ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTIFICA

ARGENTINA

DIRECTOR: ALBERTO G. URCELAY

NOVIEMBRE 1950 — ENTREGA V — TOMO CL

SUMARIO

Pág.

F. ALSINA FUERTES. — La deflexión gravitatoria de la luz y el principio de equivalencia 213

SEMINARIO MATEMÁTICO «DR. CLARO C. DASSEN» DE LA SOCIEDAD CIENTÍFICA ARGENTINA: CARLOS BIGGERI. — Las ecuaciones diferenciales de la balística 223

SECCIÓN CONFERENCIAS:

CARLOS BIGGERI. — Presentación del Tte. Coronel Ahrens 230

GUALTERIO E. AHRENS. — Proyectiles a reacción teledirigidos ... 231

Premio Sociedad Científica Argentina 255

BIBLIOGRAFÍA. — Revista de Plásticos 267

NOTICIARIO 268

BUENOS AIRES

AVDA. SANTA FE 1145

1950

AÑO DEL LIBERTADOR GENERAL SAN MARTIN

24 JAN. 1951

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

SOCIOS HONORARIOS

Dr. Bernardo A. Houssay
Dr. Alberto Einstein
Dr. Pedro Visca †
Dr. Mario Isola †
Dr. Germán Burmeister †
Dr. Benjamín A. Gould †
Dr. R. A. Phillippi †
Dr. Guillermo Rawson †
Dr. Carlos Berg †
Dr. Valentín Balbín †
Dr. Florentino Ameghino †
Dr. Carlos Darwin †
Dr. César Lombroso †
Ing. Luis A. Huergo †
Ing. Vicente Castro †
Dr. Juan J. J. Kyle †
Dr. Estanislao S. Zeballos †
Ing. Santiago E. Barabino †
Dr. Carlos Spegazzini †
Dr. J. Mendizábal Tamborel †
Dr. Walter Nernst †
Dr. Cristóbal M. Hicken †
Dr. Angel Gallardo †
Dr. Eduardo L. Holmberg †
Ing. Guillermo Marconi †
Ing. Eduardo Huergo †
Dr. Enrique Ferri †

CONSEJO CIENTIFICO

Ing. José Babini; Dr. Horacio Damianovich; Prof. Carlos E. Dieulefait; Dr. Gustavo A. Fester; Dr. Joaquín Frenguelli; Dr. Josué Gollan (h.); Dr. Bernardo A. Houssay; Dr. Cristofredo Jakob; Dr. R. Armando Marotta; Ing. Agr. Lorenzo R. Parodi; Vicealmirante Segundo R. Storni; Dr. Alfredo Sordelli; Dr. Reinaldo Vanossi.

JUNTA DIRECTIVA

(1950-1951)

Presidente	Ingeniero Doctor Eduardo M. Huergo
Vicepresidente 1º	Doctor Abel Sánchez Díaz
Vicepresidente 2º	Doctor Eduardo Braun-Menéndez
Secretario de actas	Doctor Antonio Casacuberta
Secretario de correspondencia	Agrimensor Antonio M. Saralegui
Tesorero	Ingeniero Edmundo Parodi
Bibliotecario	Ingeniero Ferruccio A. Soldano
Vocales	Ingeniero Luis M. Ygartúa Doctor Venancio Deulofeu Ingeniero José S. Gandolfo Ingeniero Ludovico Ivanissevich Capitán de Fragata Emilio L. Díaz Ingeniero Gaston Wunenburger Doctor Andrés López García Ingeniero Enrique G. E. Clausen Doctor Alberto González Domínguez
Suplentes	Ingeniero Ignacio Raver Doctor David J. Spinetto Ingeniero Silvio J. Arnaudo Doctor Elías A. De Cesare Ingeniero Armando L. De Fina Ingeniero Juan Esperne
Revisores de balances anuales	Arquitecto Carlos E. Géneau Ingeniero Pedro Mendiondo

ADVERTENCIA.— Los colaboradores de los Anales son personalmente responsables de la tesis sustentada en sus escritos. Tienen derecho a la corrección de dos pruebas. Los que deseen tirada aparte de 50 ejemplares de sus artículos, deben solicitarla por escrito. **Artº 10 del Reglamento de los "ANALES"** (modificado por la J. D. en su sesión de fecha 4 de septiembre 1941). Los escritos originales destinados a la Dirección de los "Anales", serán remitidos a la Gerencia de la Sociedad, avenida Santa Fe 1145, a los efectos de registrar la fecha de entrega para luego enviarlos al señor Director. La Sociedad no tomará en consideración las observaciones de los autores que se refieran a cualquier anormalidad, si no se ha cumplido con el requisito indicado.

Impreso en los Talleres Gráficos "TOMAS PALUMBO" - La Madrid 311-325 - Buenos Aires

LA DEFLEXION GRAVITATORIA DE LA LUZ, Y EL PRINCIPIO DE EQUIVALENCIA

POR

F. ALSINA FUERTES

RESUMEN

Es sabido que de las tres consecuencias experimentables de la relatividad general, dos de ellas, el corrimiento de las líneas espectrales hacia el rojo y la curvatura de la luz en la proximidad del sol, son calculables sin el empleo de la métrica no euclídea, como mostró Einstein en 1911. Sin embargo, el segundo de los efectos aparece en tal caso con la mitad del valor que resulta usando la métrica de Schwarzschild. En esta nota mostramos el origen físico de ese « error », y presentamos el resultado correcto.

INTRODUCCION

Los fundamentos de la relatividad general fueron publicados por Einstein en 1916, en la forma y con las consecuencias que hoy los conocemos. Pero desde mucho tiempo atrás —prácticamente desde 1905— Einstein había tentado diversos caminos que le condujeran a la generalización buscada.

Esos caminos se basan en principios heurísticos sencillos, que le permitieron, siquiera aproximadamente, lo que mucho después había de obtenerse por métodos más rigurosos pero no más simples.

Aun cuando poseamos hoy el formalismo completo —las ecuaciones de campo en su forma definitiva— subsisten, para cada caso de aplicación, las dificultades extraordinarias de integración de dichas ecuaciones. Es por ello que resulta de interés la revisión, post factum, de las primeras tentativas de Einstein *antes* de su trabajo definitivo. Parece plausible que puedan, por segunda vez, servir de fuente de inspiración para alcanzar resultados concretos en algunos casos.

Reseñamos, en lo que sigue, la nota de Einstein de 1911 (Ann. d. Phys., *35*, 898, « *Über den Einfluss der Schwerkraft auf die Ausbreitung des Lichtes* »), en la que por primera vez se enuncia el « principio de equivalencia » de manera satisfactoria para su propio autor, y en la que se deducen dos de las tres consecuencias conocidas de la relatividad general: el « corrimiento hacia el rojo », y la deflexión de la luz al cruzar un campo gravitatorio.

Es sabido que en esa nota se obtuvo para la deflexión, solamente la *mitad* del efecto que después había de aparecer en 1916 (0,83″ y 1,8″, respectivamente para la luz de una estrella que bordee el sol); comenzamos por repetir el razonamiento de Einstein, y mostramos luego cómo es posible modificarlo para que dé la deflexión correcta, sin hacer uso sin embargo de los conceptos de espacio no euclidiano ni mencionar las ecuaciones de campo.

1. MASA INERCIAL Y MASA GRAVITATORIA

La relatividad restringida conduce a que un cuerpo al que se suministre energía por valor E —en forma de calor, por ejemplo— aumenta su masa en un valor E/c^2. Claramente, este aumento de masa debe imputarse a la masa *dinámica* del cuerpo, pues la acción de un « campo gravitatorio » ha sido excluída al tomarse un sistema inercial, y el concepto de « masa gravitatoria », en consecuencia, no es aplicable.

Sobre la masa gravitatoria nada puede decir la relatividad restringida; pero puede adelantarse que si fuere una *constante* de cada cuerpo, independiente de su energía, en contraposición a la « masa inercial », entonces una de las más bellas consecuencias relativistas, la conservación de la energía *total*, sufriría restricciones tan severas que casi equivaldrían a su eliminación.

Ahora bien, las ecuaciones mecánicas en que interviene la *masa* gravitatoria de un cuerpo, son siempre válidas cualquiera sea la naturaleza de ese cuerpo. Si ponemos al cuerpo en un campo gravitatorio de potencial Φ, estará sujeto a una aceleración grad Φ independiente de todo, salvo del punto espacial en que lo hayamos puesto. Obtenemos así una ley que la masa *gravitatoria* satisface sin excepción.

La masa inercial tiene un comportamiento idéntico en un sistema de referencia *acelerado*; siendo acelerado el propio sistema en que se están midiendo las coordenadas, es natural que el comportamiento

de los cuerpos en él resulte por completo independiente de la naturaleza de los cuerpos mismos.

Y así llegamos a dos leyes, ambas sin excepción alguna, que son satisfechas respectivamente por una y otra de las « masas » que podemos atribuir a un mismo cuerpo. Es lógico emplear precisamente esas leyes para buscar la respuesta al problema antes enunciado, de la aplicabilidad del principio relativista de la conservación de la energía, a la *masa gravitatoria*.

Tenemos un campo gravitatorio uniforme, por simplificar, y en dirección $-z$. En él, un cuerpo cualquiera cae libremente con aceleración $-\frac{\partial \Phi}{\partial z}$ hacia « abajo », lo que indicamos con el signo.

Si ese mismo cuerpo estuviera, en el espacio vacío, referido a un sistema que posea aceleración de valor numéricamente igual a $\frac{\partial \Phi}{\partial z}$, ninguna diferencia podríamos hallar en la cinemática del cuerpo. Ni siquiera tiene sentido preguntar si el cuerpo cae « porque » es atraído por el campo gravitatorio, o si cae porque lo referimos a un sistema en movimiento acelerado respecto al cuerpo; evidentemente, ambas frases tienen el mismo contenido físico y son por ello indiscernibles una de otra.

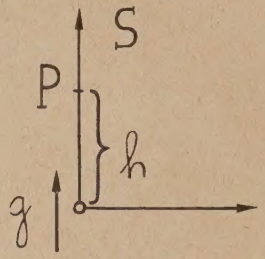
Hagamos ahora, con Einstein, el paso fundamental: ponemos al cuerpo, *en reposo*, en el campo gravitatorio, y lo referimos a un sistema también en reposo. El cuerpo se encuentra bajo la acción de *fuerzas* en este caso, y nos preguntamos qué diferencia hay entre esas fuerzas, y las fuerzas « de inercia », que aparecerían sobre el mismo cuerpo si en el espacio vacío lo referimos a un sistema acelerado.

La respuesta es también aquí que ambas frases son indiscernibles una de otra, pues no habría método físico de hallar la diferencia de comportamiento en uno y otro caso.

Tenemos así el « principio de equivalencia »: *si deseamos saber cuál es el comportamiento físico de un fenómeno en un determinado campo gravitatorio, nos bastará pensar en el comportamiento del mismo fenómeno, en un sistema de referencia acelerado, cuya aceleración elijamos numéricamente igual a la « aceleración de la gravedad »* $\left(+\frac{\partial \Phi}{\partial z}\right)$ *del campo que queremos estudiar.*

Apliquemos de inmediato el principio al problema que motiva este párrafo:

Sea S' un sistema acelerado (respecto a un sistema inercial) que se mueva, hacia arriba, con aceleración constante g. En el instante en que el sistema tiene velocidad *nula*, lancemos desde P, un rayo de luz hacia abajo.



Ese rayo de luz llegará al origen de S' en el instante en que el origen se mueve con velocidad $gt = g\frac{h}{c}$, si llamamos h a la cota del punto P. La relatividad restringida nos da la frecuencia y energía de esa luz, tal como sería medida por los observadores de S' situados en el origen:

$$\nu' = \nu\,\beta\left(1 + \frac{gh}{c^2}\right) \qquad E' = E\,\beta\left(1 + \frac{gh}{c^2}\right) \qquad [1]$$

donde ν y E son frecuencia y energía vistas desde el sistema inercial exterior, y $\beta = \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-1/2}$.

(Se llega a esas expresiones escribiendo $e^{2\pi i \nu t}$ y transformando $t = \beta\left(t' + \frac{v}{c^2}x'\right)$, con $x' = ct'$; la ley para E es la misma que para ν):

Sea ahora S un sistema en reposo en un campo gravitatorio, tal que entre dos puntos cuya diferencia de altura sea h, haya precisamente una diferencia de potencial $\frac{\partial \Phi}{\partial z} h$.

Según el principio de equivalencia, si es numéricamente $\frac{\partial \Phi}{\partial z} = g$, tendremos que admitir que la frecuencia y la energía de un rayo

de luz que llegue al origen bajando desde el punto P, serán

$$\nu' = \nu\beta\left(1 + \frac{1}{c^2}\frac{\partial\Phi}{\partial z}h\right) \qquad E' = E\beta\left(1 + \frac{1}{c^2}\frac{\partial\Phi}{\partial z}h\right) \quad [2]$$

y, en particular, deberemos concluir que su « masa equivalente » ha aumentado por el hecho de encontrarse en punto de mayor potencial gravitatorio, en la misma forma que lo hubiese hecho la masa dinámica. Debemos por fin concluir que las afirmaciones hechas para la masa inercial son también válidas para la gravitatoria, y queda respondida la pregunta planteada al comienzo.

La objeción de que hemos usado solamente « luz » y no un cuerpo, se salva con sólo dejar caer un cuerpo m desde P, añadirle cuando está en el origen la energía E', levantarlo nuevamente hasta P (su masa es ahora m') y retirarle allí la energía E nuevamente. Tenemos así un ciclo completo que solamente da saldo total nulo para el trabajo invertido, si admitimos que la masa gravitatoria m del cuerpo ha variado como lo hubiese hecho la inercial.

2. EL COMPORTAMIENTO DE LOS RELOJES

La primera de las ecuaciones [2] contiene la ley de marcha de un reloj en un campo gravitatorio: un reloj que en el vacío (lejos del campo) marque ν, al ser introducido en un campo gravitatorio tiene frecuencia *mayor*. Recíprocamente, un reloj que haya sido calibrado *en* un campo gravitatorio y después retirado de él, retrasa; ésta es la razón del corrimiento hacia el rojo de las líneas espectrales emitidas en la superficie de estrellas, fácilmente calculable, y comprobado experimentalmente.

Por supuesto que este retraso de los relojes puede detectarse cuando se dispone de *otro* reloj idéntico mecánicamente pero construído en un sistema sin campo. Si preguntamos qué observa un investigador situado *en* un sistema gravitatorio, la respuesta es sencilla: nada de particular.

Más aún: la luz que parte de P y llega al origen, juzgada *desde dentro del sistema* S' debe tener igual frecuencia que en P, *puesto que los relojes con que tal frecuencia se controle también habrán alterado su marcha de igual forma.*

Una consecuencia importantísima de esto es que si medimos la velocidad de la luz en un sistema con campo, desde dentro de tal

sistema, nuestras reglas y relojes ya están influídos por la gravitación de manera que obtengamos siempre la velocidad c.

Otra cosa muy distinta sucederá si miramos desde fuera, la luz que *cruza un campo gravitatorio*. Este es el caso cuando la luz de una estrella pasa junto al borde del sol y es influída por el campo solar, y puede preverse que habrá variación de velocidad y en consecuencia de dirección, como si el campo fuese « refringente ».

Pero debemos dejar para el próximo párrafo el cálculo en detalle.

3. EL COMPORTAMIENTO DE REGLAS

Todo lo anterior corresponde esencialmente al trabajo de Einstein de 1911. Intercalamos aquí consideraciones sobre las reglas en el campo gravitatorio, que fueron omitidas en dicho trabajo.

Supongamos que desde el infinito caiga una pequeña regla, partiendo de velocidad nula, y apuntando en la dirección del campo gravitatorio que la « atrae ». Cuando esté en un punto z, los observadores que se mueven junto con la regla, comprobarán que las reglas exteriores son más cortas, debido a la velocidad, y en la proporción

$$l' = l\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \qquad [3]$$

que se deduce de la relatividad restringida. En esta ecuación, l es la longitud de la regla en el infinito, o en un espacio libre de campo.

Los observadores que mirasen el campo gravitatorio desde fuera de él y en reposo, notarían *también* que las reglas en el campo son más cortas que las propias, pero no existiendo ahora el movimiento, deberían concluir que el acortamiento, que ha de coincidir con [3], se debe a la acción del propio campo gravitatorio.

Un campo gravitatorio acorta pues las reglas situadas según sus líneas de fuerza, del mismo modo que las vería acortarse un observador —libre de campo— que las viera pasar con velocidad v correspondiente a la caída libre desde el infinito.

Vamos a calcular esa velocidad con los recursos de la mecánica de Newton, seguramente válidos en primera aproximación.

La aceleración de caída será, para un punto del campo,

$$\frac{d\Phi}{dz} = \frac{dv}{dt}$$

y de aquí obtenemos la velocidad de caída (partiendo de cero en el infinito)

$$\Phi = \frac{v^2}{2}$$

fijando *cero* al potencial gravitatorio en el infinito; por fin,

$$l' = l\sqrt{1 - \frac{2\Phi}{c^2}} \qquad [4]$$

La ecuación [4] es válida en primera aproximación, si nos limitamos a velocidades pequeñas o, lo que es lo mismo, a campos débiles. Es precisamente lo que necesitamos para el caso de la deflexión de la luz.

La deducción señalada sigue la idea general de un razonamiento debido a Lenz inicialmente, citado por Sommerfeld en sus Vorlesungen über Theoretische Physik, pág. 315, tomo III. Malgrado su simplicidad, el razonamiento es correcto, y las aparentes paradojas que puede suscitar se eliminan con un fraseo más prolijo que aquí hemos omitido para no enturbiar la demostración. El resultado, por otra parte, es el mismo obtenible a partir de la métrica de Schwarzschild.

4. VELOCIDAD DE LA LUZ EN UN CAMPO GRAVITATORIO

Llegamos ahora a la marcha de la luz. Los observadores *dentro* del campo, miden con sus reglas y relojes el mismo valor c_0 que se obtiene para el espacio vacío. Pero los observadores *fuera* del campo ven a la luz con longitud de onda λ y frecuencia ν, que guardan las relaciones

$$\lambda = \lambda'\sqrt{1 - \frac{2\Phi}{c^2}} \qquad \nu = \nu'\frac{1}{1 + \frac{\Phi}{c^2}}$$

con la longitud de onda λ' y la frecuencia ν' medidos *dentro,* pues usan reglas más largas (dan longitudes menores) y relojes más rápidos que la gente del campo gravitatorio.

La ley que vincula ν y ν' es la misma ec. [2], escribiendo el incremento total de potencial, y suprimiendo un factor β de poca importancia allí.

Llamando ahora $c = \lambda\nu$ y $c_0 = \lambda'\nu'$ (esta última velocidad usual en el vacío), tenemos, en primera aproximación,

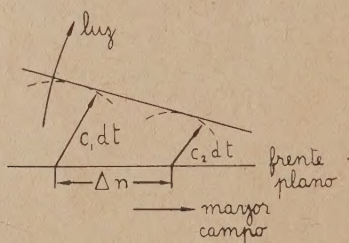
$$c = c_0\left(1 - \frac{2\Phi}{c^2}\right) \qquad [5]$$

La velocidad de la luz c en el campo gravitatorio, resulta, juzgada desde fuera, menor que en el vacío; el campo es « refringente ».

La ecuación [5], salvo el factor 2, fué obtenida por Einstein en el trabajo citado. Pero la palabra « regla » no es mencionada en todo el trabajo, y mucho menos tomada en cuenta su variación en el campo; de ahí que solamente aparezca la *mitad* del efecto, pues en esta aproximación el acortamiento de reglas es del mismo valor porcentual que la dilatación de los tiempos.

5. DESVIACION DE LA LUZ EN UN GRAVITATORIO ESFERICO

Reproducimos ahora, sin mayor alteración, el cálculo de Einstein:



Coloquemos un frente de onda, plano, en un campo gravitatorio. Si el potencial es mayor (en valor absoluto) a la derecha, la construcción de Huyghens debe hacerse, como indica la figura, con radios menores a la derecha. La luz se curva *hacia* la zona en que el campo es más intenso.

Hemos dibujado el nuevo frente, después de un lapso dt. Forma, por lo visto, un ángulo

$$\frac{c_1 - c_2}{\Delta n} \cdot dt = \frac{\partial c}{\partial n}\, dt = \frac{1}{c}\,\frac{\partial c}{\partial n}\, ds$$

con el anterior frente. Hemos medido n a lo largo del frente, hacia el mayor campo, y $ds = cdt$ en la dirección y sentido del *rayo*.

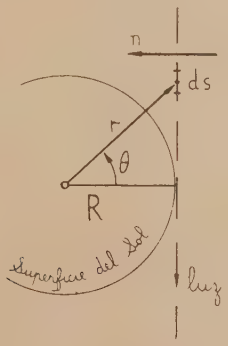
Si admitimos válido todo lo anterior en el caso de campos *no* homogéneos, lo que es un audaz postulado, pues el principio de equivalencia *no* es aplicable ya, obtendremos para el ángulo total que la luz gire, el valor

$$\alpha = \int \frac{1}{c} \frac{\partial c}{\partial n} \, ds$$

o, tomando en cuenta [5],

$$\alpha = \frac{2}{c_0^2} \int \frac{\partial \Phi}{\partial n} \, ds \qquad [6]$$

Vemos que un campo homogéneo no desviaría la luz que lo cruzase transversalmente, pues en ese caso el potencial no variaría a lo largo del frente de onda. En la ec. [6] figura c_0^2 fuera del integrando, aunque c es función de punto; para la aplicación al caso del sol puede tomarse ese factor como constante con precisión muy superior a la que necesitamos.



Sea ahora un rayo de luz que pase tocando el borde del sol, es decir a distancia R del centro de atracción (R es el radio solar). El potencial vale en este caso

$$\Phi = -\frac{Mk}{r}$$

en función de la masa del sol M, la constante de gravitación universal k, y la distancia r entre el centro del sol y un punto potenciado cualquiera sobre la recta que recorre el rayo.

La dirección n yace en el frente de onda y forma con r un ángulo θ. Por lo tanto,

$$\frac{\partial \Phi}{\partial n} = \frac{Mk}{r^2} \cos \theta ,$$

y, evidentemente,

$$r^2 \cos^2 \theta = R^2 ; \qquad ds = d\,(R \operatorname{tg} \theta) = \frac{R}{\cos \theta}\, d\theta$$

todo lo cual, llevado a la [6], da

$$\alpha = \frac{2\,Mk}{c_0^2\, R} \int_{+\pi/2}^{-\pi/2} \cos \theta \, d\theta$$

o, una vez integrado para toda la recta,

$$\alpha = -\frac{4\,Mk}{c^2\, R} \qquad [7]$$

que es la desviación total que la luz sufre. En la expresión obtenida por Einstein hay solamente un **2** en el numerador. El valor numérico de [7] da por lo tanto el doble de lo calculado por él, o sea 1,7″; es el valor comprobado experimentalmente en 1922 por Campbell y Trumpler (*Lick Obs. Bull.*, **11**, 41 (1923) y **13**, 130 (1928).

El presente cálculo se originó en una estimulante discusión con el profesor Ricardo Gans.

Rec. 26/9/50.

SEMINARIO MATEMATICO «DR. CLARO C. DASSEN» DE LA SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

El 7 de julio de 1950 este Seminario realizó la reunión inicial de comunicaciones del corriente año. El Director, ingeniero Emilio Rebuelto, usó de la palabra para aludir a la reiniciación de las actividades y para solicitar de los miembros del Seminario su más empeñosa labor en este año del Libertador General San Martín.

Expusieron después comunicaciones el señor Mischa Cotlar y el doctor Carlos Biggeri.

Publicamos a continuación un resumen de la comunicación del doctor Biggeri, proporcionado por él mismo, que trata de «Las ecuaciones diferenciales de la Balística».

LAS ECUACIONES DIFERENCIALES DE LA BALISTICA

POR

CARLOS BIGGERI

1º) Con esta comunicación iniciamos un conjunto de estudios que configuran nuevos métodos de integración de los sistemas de ecuaciones diferenciales de la Balística, tanto de los proyectiles inertes, como de la Balística de los proyectiles a reacción. Como se verá, estos métodos son aplicables a otras Técnicas. Si nos referimos específicamente a la Balística es simplemente para fijar ideas al mismo tiempo que para precisar la potencia de tales nuevos métodos.

Haremos primeramente un breve planteo del problema, luego daremos a grandes rasgos los fundamentos de los nuevos métodos, y, finalmente, expondremos el desarrollo completo de tales métodos.

2º) Como es bien sabido, el sistema *clásico* de ecuaciones diferenciales, cuya solución constituye el llamado problema fundamen-

tal o primer problema o problema principal de la Balística Exterior, es el siguiente:

$$[I]\quad \begin{cases} \dfrac{d\,(v\,.\,\cos\varphi)}{d\varphi} = \dfrac{c}{g}\,.\,v\,.\,F(v)\,, \\ dt = -\dfrac{v}{g}\,.\,\dfrac{d\,\varphi}{\cos\varphi}\,, \\ dx = -\dfrac{v^2}{g}\,.\,d\,\varphi, \\ dy = -\dfrac{v^2}{g}\,.\,\mathrm{tg}\,\varphi\,.\,d\,\varphi\,, \end{cases}$$

siendo:

t = el tiempo contado a partir del instante en que el proyectil inicia el movimiento en la boca del arma;

x = la abscisa;

y = la ordenada;

v = la velocidad;

φ = la inclinación de la tangente a la trayectoria con la horizontal que suponemos coincide con el eje de las abscisas, orientado positivamente de izquierda a derecha; el eje de las y coincide con la vertical orientado positivamente de abajo hacia árriba;

g = la aceleración de la gravedad;

c = el coeficiente balístico

$c.F(v)$ = la aceleración resistente, (cuya determinación es un problema aun no resuelto ni desde el punto de vista teórico ni experimental, en forma completa);

$F(v)$ = el cociente de la aceleración resistente sobre el coeficiente balístico.

Las condiciones iniciales son: para $t = 0$, $x = y = 0$, $v = v_0 \equiv$ velocidad inicial, $\varphi = \varphi_0 \equiv$ ángulo de proyección.

x, y, v, φ se llaman las coordenadas del movimiento.

En este primer planteo clásico del problema fundamental de la Balística Exterior se supone que el coeficiente balístico, c, es constante.

Es bien sabido que este planteo clásico del problema principal de la Balística Exterior es insuficiente, entre otras, por las siguientes fundamentales razones:

a) la función resistente no es solamente función de la velocidad del proyectil, sino que es también, además, función de otras variables y parámetros, en particular, de la ordenada;

b) el coeficiente balístico no es constante; sino que depende de la velocidad y de la ordenada y además de ciertos parámetros vinculados al proyectil;

c) en realidad no cabe separar en la ecuación de la hodógrafa, a saber, la primera ecuación del sistema (I), el coeficiente balístico de la función $F(v)$, es decir, es una hipótesis demasiado restrictiva el suponer que la función resistente del par aire-proyectil, contiene en factor al coeficiente balístico.

3º) Llamaremos, para abreviar la exposición, *primer planteo del problema principal de la Balística Exterior,* al sistema (I) de ecuaciones diferenciales de primer orden.

Asimismo, llamaremos *segundo planteo del problema principal de la Balística Exterior* a aquél en el cual el coeficiente balístico se supone función de la ordenada, por lo tanto, el sistema de ecuaciones diferenciales de primer orden correspondiente a este segundo planteo se obtiene reemplazando en el segundo miembro de la primera ecuación del sistema [I], la constante c por una función de la ordenada, la cual generalmente se suele tomar de tipo exponencial con exponente negativo. Este segundo planteo es también insuficiente, y su solución es evidentemente mucho más complicada que la del primero.

Análogamente, llamaremos *tercer planteo del problema principal de la Balística Exterior* a aquél en el cual el segundo miembro de la primera ecuación del sistema [I] es una función racional fraccionaria de la velocidad v, cuyos coeficientes dependen de ciertos parámetros vinculados a la forma del proyectil y de la velocidad del sonido, siendo esta velocidad función de la ordenada, y, no pudiendo extraerse como factor común; por ejemplo, en este tercer planteo se encuentra si se toma la función resistente dada teóricamente por Lorentz.

Finalmente, llamaremos *cuarto planteo del problema principal de la Balística Exterior* a aquél en el cual el segundo miembro de

la ecuación de la hodógrafa no es función racional fraccionaria de la velocidad, por ejemplo, si se toma el llamado *planteo termodinámico de Goettingen,* cuyo sistema de ecuaciones diferenciales de primer orden, limitándonos por razones de brevedad en la escritura, a las variables velocidad v y ordenada y, es el siguiente:

$$[IV] \quad \begin{cases} \dfrac{dy}{d\varphi} = -\dfrac{v^2}{g} \cdot \operatorname{tg} \varphi \\ \dfrac{d\,(v \cdot \cos \varphi)}{d\varphi} = -\dfrac{S - R\,(v\,,\,y)}{m \cdot g} \cdot v \end{cases}$$

siendo:

$R \equiv R(v, y) \equiv$ resistencia del aire (Kgr.) $\equiv$

$$\equiv c_w \left(\frac{v}{\sqrt{\mathrm{Kg}\,R'} \cdot \sqrt{T_0 - \theta \dfrac{y}{1000}}} \right) \cdot \frac{\rho_0}{2} \left(1 - \frac{\theta \cdot y}{273 + t_0} \right)^{5{,}83} \cdot v^2 \cdot F;$$

$c_w \equiv$ coeficiente de la resistencia del aire, que es función del número $M = \dfrac{v}{c}$, de Mach;

$v \equiv$ velocidad del proyectil $\left(\dfrac{\mathrm{m}}{\mathrm{seg}} \right)$;

$c \equiv$ velocidad del sonido $\left(\dfrac{\mathrm{m}}{\mathrm{seg}} \right)$;

$g \equiv$ aceleración de la gravedad $= 9{,}81 \dfrac{\mathrm{m}}{\mathrm{seg}^2}$;

$y \equiv$ ordenada (m);

$\theta \equiv$ gradiente de la temperatura con la ordenada $= \dfrac{6{,}5°}{1.000\,\mathrm{m}}$;

$T_0 \equiv$ temperatura absoluta en el suelo;

$R' \equiv$ constante del aire $= 29{,}27$ Kgm;

$K \equiv \dfrac{\text{calor específico a volumen constante}}{\text{calor específico a presión constante}}$;

$\rho_0 \equiv$ densidad del aire en el suelo;

$t_0 \equiv$ temperatura en el suelo (Celsius);

$F \equiv$ área de la superficie del proyectil, a la cual se refiere c_w (m^2);

$\varphi \equiv$ inclinación de la tangente a la trayectoria con respecto a la horizontal (radianes);

$m \equiv$ masa del proyectil $\left(\dfrac{\mathrm{Kg.\ seg}^2}{\mathrm{m}} \right)$;

$S \equiv$ empuje (Kg).

Más adelante, introduciremos un *quinto planteo del problema principal de la Balística Exterior,* en el cual nos colocamos en las hipótesis más amplias posibles tales que de ellas se pueda deducir la acotación de la velocidad en todo intervalo finito de la variable independiente que tomemos, que será o el tiempo t, u otra variable vinculada en forma algorítmica elemental a la inclinación φ.

4º) Llamaremos sistema [II] al correspondiente al segundo planteo y que hemos dicho cómo se obtiene.

Análogamente, llamaremos sistema [III] al correspondiente al tercer planteo y que también señalamos cómo se obtiene.

5º) Refirámonos, por el momento, al primer planteo.

Es bien sabida la dificultad existente en la integración del sistema [I]. A continuación damos una lísta de matemáticos, físicos y técnicos (la cual, evidentemente, dista mucho de ser completa y no está ordenada cronológicamente), entre los cuales, como se verá, figuran algunos genios tutelares de la Ciencia, que se ocuparon de la solución del problema principal de la Balística Exterior, expresado éste por el sistema [I] de ecuaciones diferenciales: Galileo, Newton, Leibnitz, Euler, Bernoulli, Laplace, Fourier, D'Alembert, Huyghens, Lagrange, Abel, L'Hôpital, Maupertius, Blondel, Torricelli, Cassini, Borda, Legendre, Varignon, La Hire, Poisson, Appell, Volterra, Escanglon, Ouivet, Picard, Painlevé, Runge, Halphen, Saint-Robert, Siacci, Lorentz, Mach, Langevin, Charbonnier, Valiron, M. Garnier, Drach, Denjoy, Hadamard, Lebesgue, D'Adhémard, Popoff, Gabeaud, Hänert, R. Garnier, Cavalli, Curtiss, Bruno, Todt, Otto, Maclaurin, Synge, Nielsen, Hale, Fresnel, Everett, Mayewski, Gross, Sommerfeld, Cranz, Eberhard, Bliss, Bromwich, Durand, Epstein, Hayes, Herrmann, Jackson, Mac Millan, Malina, Prandtl, Saint-Germain, Tietjens, Rosser, Stodola, Astier, Loewenstein, Didion, Ronca, Batailler, Ray, Bianchi, Vallier, Gazot, Sladen, Piton-Bressant, de Sparre, Tempelhof, Bassani, Français, Greenhill, Bashforth, Zaboudski, Prehn, Demogue, Jacob, Duchène, Niven, Parodi, Sugot, Rouzier, Dufrénois, Haag, Marcus, Côtes, Hélie, Gossot, Eméry, Liouville, Pravaz, Sarfati, Lafay, Burgsdorff, Pesci, Mata, Plâtrier, Moisson, Lambert, Henry, Pascal, Filloux, Abdank-Abakanowicz, Perrin, Mc Clure, Mc Shane, Blitzer, Davis, Walker, Brittain, Cook, Chapel, Ricci, Bézout, Desaleux, Percin, Serret, Hojel, Jullien, Buot, Römer, Baills, Bordoni, Le Prieur, Walton,

Valentin, Righi, Piobert, Morin, Hugoniot, Prony, Lombard, Hutton, Scheer, Lionastre, Littlewood, Madsen, Hugon, Kampet de Férié, Olive, Darieus, Mannheim, Pritz, Moulton, Garbasso, Graevenitz, Gouin, Petitcol, Indra, Antoni, Oekinghaus, Poncelet, Braccialini, Vahlen, Thiroux, Olléro, Torrès, Boulengé, etc., etc.; y, además los conjuntos de sabios que integraron las comisiones de Gâvre, de Bourges, de Portsmouth, de Aberdeen, de Metz, etc.

Para dar idea de la dificultad que existe en la integración del sistema (I), además de la nómina significativa que acabamos de consignar, recordemos lo que dice Charbonnier en su célebre « Tratado de Balística Exterior » (Gauthier Villars, 1927) obra laureada con el premio Poncelet, del Instituto de Francia (Academia de Ciencias de París). En efecto, en la página 1, del segundo tomo de dicha obra, se lee textualmente: « L'intégration rigoureuse des « équations de la Balistique Extérieure, quand on laisse sous la « forme générale et arbitraire la fonction $F(v)$ de la résistance de « l'air, paraît au-dessus des forces actuelles de l'Analyse mathéma- « tique. Ainsi qu'on l'a vu, en effet (233), la réduction de ces « équations à la forme que nous avons dite *normale* montre qu'on « a affaire à des équations qui sont, au minimum, du type d'Abel, « et dès lors insolubles ».

Asimismo en la página 1, del primer tomo de la misma obra, se lee textualmente: « L'étude du mouvement d'un corps pesant, « de forme quelconque, lancé dans un milieu résistant, est un pro- « blème inabordable, dans l'état actuel de la Physique, de la Mé- « canique et de l'Analyse ».

Análogamente, refiriéndose a la dificultad analítica del primer problema balístico, en su obra « Mathematical Theory of Rocket Flight », publicada en 1947, los especialistas Rosser, Robert R. Newton, y, Gross, en página 53, dicen textualmente: « The complexity « of the equations of motion of a rocket, even in the abscence of « jet forces, is such that these equations will probalby never be « solved in closed form ».

6º) En la exposición oral de esta comunicación hemos analizado la contribución a este problema realizada por Drach, mediante su teoría de la integración lógica o teoría de la racionalidad, contribución que fué complementada con los trabajos de Denjoy. Asimismo hemos señalado, en tal exposición oral, una *insuficiencia funda-*

mental, a nuestro juicio, en la contribución a este problema hecha por Popoff (el que se basa en el método de integración de Poincaré), en su trabajo titulado « Los métodos de integración de Poincaré y el problema general de la Balística Exterior », trabajo laureado con el premio Montyon, de la Academia de Ciencias de París, y que fué objeto de un curso dado en la Sorbona, durante el año escolar 1924-1925.

7°) En la comunicación que hemos de hacer en la próxima sesión de este Seminario, trataremos lo consignado en el parágrafo 6.

SECCIÓN CONFERENCIAS

PROYECTILES A REACCION TELEDIRIGIDOS

POR EL TTE. CORONEL

GUALTERIO E. AHRENS
Sub-Director de la Escuela Superior Técnica

Conferencia pronunciada en la Sociedad Científica Argentina los días 23 y 24 de agosto de 1950.

PRESENTACION DEL TENIENTE CORONEL AHRENS, HECHA POR EL DOCTOR CARLOS BIGGERI

En cumplimiento del especial encargo de la Junta Directiva de la Sociedad Científica Argentina, tengo la grata misión de dirigirles algunas palabras para presentar al señor Teniente Coronel Don Gualterio E. Ahrens, Sub-Director de la Escuela Superior Técnica, quien nos va a ilustrar sobre el problema de los proyectiles a reacción teledirigidos.

La Sociedad Científica Argentina continuando su gloriosa tradición, singular e indiscutida, iniciada con el nacimiento cultural de la Nación, no ha querido dejar de lado ninguna manifestación técnica o científica de verdadero interés, y es por eso que ha incorporado al elenco de sus actividades, hace ya largos años, tareas directamente vinculadas a la Defensa Nacional.

La Balística, tanto de los proyectiles inertes como la de los a reacción, ofrece a los investigadores de la Ciencia Pura campos completamente vírgenes y fecundos, con algunos problemas que se han resistido a los análisis de los más preclaros ingenios. Adaptando una feliz expresión de Fourier, podemos decir que la Balística no se preocupa de las dificultades analíticas, y, en realidad, se preocupa menos de lo que hasta ahora se creyó al respecto, y aún se sigue creyendo. Intentar edificar la Balística, de cualquier naturaleza que ella sea, sin haber logrado la integración global (en el sentido de Painlevé, Picard, Poincaré, Borel) de los sistemas correspondientes

de ecuaciones diferenciales o integrales, o funcionales, en general, nos parece un imposible lógico, análogo al querer edificar la Mecánica Celeste sin integrar el sistema de ecuaciones diferenciales que plantea la ley de gravitación universal de Newton.

El punto de vista de la conferencia de hoy es descriptivo.

La carrera del señor Teniente Coronel Ahrens es brillante desde sus comienzos. Graduado en 1936 de Ingeniero Militar, especialista en Materiales de Guerra de Artillería, en la Escuela Superior Técnica, es nombrado profesor de « Afustes y Frenos » y de « Materiales de Guerra » en dicha Escuela Superior. En 1943 fué designado adscripto a la Comisión Investigadora de Concesiones Eléctricas, y ocupó cargos técnicos en las Direcciones Generales de Ingenieros, del Material del Ejército y de Fabricaciones Militares, repartición ésta que lo envió a Francia y Suiza en misión especial. Actualmente ocupa el cargo de Subdirector de la Escuela Superior Técnica del Ejército y por Resolución Superior ha sido designado Miembro Permanente de la Junta de Investigaciones Científicas y Experimentaciones de las Fuerzas Armadas.

Y, ahora, escuchemos su interesante conferencia.

I. INTRODUCCION

Era la madrugada del 12 de junio de 1944. La luna bañaba con luz nacarada a la pequeña ciudad costera inglesa St. Leonards situada sobre el Canal de la Mancha. El mar estaba sereno y sólo sus alargadas olas daban cuenta de que algunos horas antes una violenta tormenta había barrido los acantilados. Todo se hallaba sumido en paz y reposo, incluso el sargento encargado de una sección de ametralladoras antiaéreas quien dormía tranquilamente en su alojamiento. Nada, ningún indicio permitía suponer que algunos instantes después el citado suboficial sería testigo de un acontecimiento extraordinario, de una nueva forma de ataque ideada por el hombre contra sus semejantes que, por su índole y características, estaría destinada posiblemente a tener igual trascendencia en el futuro de la humanidad que el invento de la pólvora negra.

Repentinamente un fuerte sonido, parecido al de una motocicleta, pero proveniente del cielo, despertó con un sobresalto el tranquilo sueño del sargento quien, con la rapidez de reacción que le daban sus cinco años de guerra, se lanzó hacia sus ametralladoras, buscan-

do con sus ojos, semidormidos aún, el blanco enemigo que, según era dable suponer, avanzaba hacia la costa inglesa. Un espectáculo extraño se presentaba ante su asombrada vista: proveniente de la costa francesa un pequeñísimo avión de formas desusadas, reducidas alas y dotado de una especie de caño colocado en la parte superior del fuselaje y del cual se desprendía una larga llamarada roja, se desplazaba a gran velocidad en dirección a la ciudad. Rápidamente repuesto de su sorpresa, el sargento lanzó dos largas ráfagas contra el extraño artefacto, que repentinamente giró hacia la izquierda para entrar luego en picada estrellándose contra el suelo con una violenta explosión.

El cuerpo volador que acababa de caer, fué la primera de las 5394 bombas voladoras denominadas V-1 que cruzaron las costas de Gran Bretaña entre el 12 de junio de 1944 y el 30 de agosto del mismo año, fecha en que el ataque mediante estos aparatos se redujo a proporciones insignificantes. Pocas semanas después comenzaba el bombardeo con el cohete V-2, de envergadura y peligrosidad mucho mayores aún, y del cual hablaremos más adelante en forma más extensa.

El 12 de junio de 1944 marca por lo tanto la iniciación de una nueva era: la de los bombardeos a gran distancia mediante cuerpos voladores no tripulados, auto-dirigidos o guiados por tele-control. La importancia de este hecho es tan grande que podemos afirmar sin temor a equivocarnos que, dadas las posibilidades de desarrollo aun vastísimas de esta nueva arma, combinada con el empleo del explosivo atómico, los principios de conducción de la guerra deberán ser cuidadosamente revisados para dar cabida a estos nuevos medios de lucha, aptos tanto para el ataque como para la defensa.

Es natural y lógico que el nuevo proyectil haya despertado un enorme interés no sólo en el ambiente profesional militar sino también en el medio civil. No obstante ello puede decirse que existe aún poca claridad de idea sobre esta modernísima arma.

Por otra parte debe destacarse que los proyectiles a reacción destinados a bombardeos a gran distancia, sólo constituyen una fracción, si bien la más espectacular, de la gran variedad de tipos existentes de proyectiles-cohete teledirigidos o no.

Los numerosos nombres y designaciones empleados: cohetes, proyectil a reacción, proyectil auto-propulsado, proyectil a chorro, bom-

ba voladora, etc., y que a veces se refieren al principio de propulsión, y otras al empleo táctico del aparato, contribuyen a hacer confusas las ideas que rigen al respecto.

El propósito del presente trabajo es el de dar una idea lo más clara posible sobre los distintos tipos existentes, los diferentes sistemas de funcionamiento, de propulsión y de comando, los empleos tácticos a darles y por último la importancia y posibilidades que este nuevo medio de combate brinda para nuestra defensa nacional.

El tema planteado es, por su naturaleza, de gran envergadura y es por esta razón que me veo en la necesidad de limitar mi exposición a los aspectos más salientes e interesantes. Por ello pido desde ya a los que me escuchan quieran excusar las lagunas que forzosamente han de presentarse en el desarrollo de este trabajo.

II. - CLASIFICACION DE LOS PROYECTILES A REACCION

Los proyectiles a reacción pueden clasificarse de muy variadas maneras según puede verse en el Cuadro I.

Cuadro I

CLASIFICACION DE LOS PROYECTILES A REACCION

Tamaño: Desde el pequeño « bazooka » hasta la V-2 (longitud, 14 m.).

Combustible: Sólido (pólvora) o líquido (alcohol, nafta, etc.).

Carburante: Toma el oxígeno del aire o lo lleva combinado en forma química (pólvora) o separado (oxígeno líquido, agua oxigenada).

Sistema de propulsión: Cohete puro, tubo aerotérmico, motor a chorro (turbina de gases).

Forma de vuelo: Proyectil a reacción puro o proyectil a reacción volador.

Sistema de dirección:

—Sin mecanismo director.
—Piloto automático.
—Teledirección (alámbrica o inalámbrica).
—Autobuscador.
—Tripulado.

Empleo: Según emplazamiento del lugar de lanzamiento y del blanco (tierra-tierra - tierra-aire - aire-aire - aire-tierra).

—Según misión:

Ofensiva:	Maniobreros no interesa.	Defensiva	Corto alcance.
	Gran velocidad no interesa.		Livianos.
	Pesados.		Gran velocidad.
	Gran alcance.		Muy maniobreros.

—Según su empleo táctico (ver cuadro II).

De lo señalado nos interesa en primer término el *empleo táctico,* que a su vez da lugar a la clasificación dada en el Cuadro II y que da una idea bastante precisa de las distintas utilizaciones que se pueden hacer del proyectil a reacción en la guerra moderna.

Cuadro II

CLASIFICACION DE LOS PROYECTILES A REACCION SEGUN SU EMPLEO TACTICO

PROYECTILES A REACCION

a) De infantería: En general, de empleo antitanque: «bazooka» (U. S. A.), «panzerschreck» (Alemania).

b) De artillería: Calibre hasta 300 mm., empleados en el campo táctico en forma análoga a la artillería para blancos de superficie.

c) De gran alcance: Empleados con piloto automático o teledirigidos a gran distancia contra blancos de superficie vitales de la zona de retaguardia o del interior.

d) Antiaéreos: Empleados contra avión desde tierra.

e) De avión: Lanzados desde avión contra avión.

f) Desde avión contra blancos de superficie: Debe distinguirse entre:

—Cohetes de gran velocidad contra blancos terrestres.

—Bombas a reacción, en las que una pequeña unidad propulsora impone un impulso adicional para aumentar el alcance o el efecto de perforación.

—Bombas planeadoras, que carecen de unidad propulsora pero que son teledirigidas.

g) Tripulado:: El piloto que conduce se sacrifica (Baka japonés) o se salva con paracaídas (V-1 tripulada, cohetes-caza Natter alemán, etc.). En rigor, ya no pueden ser calificados como proyectiles.

Con el objeto de fijar ideas, se incluye la figura 1 que muestra algunos de los tipos empleados o en desarrollo por Alemania durante la pasada guerra y que se verán más adelante con mayores detalles.

En rigor no existe aún una clasificación en base a designaciones oficialmente aceptadas para el encuadramiento de los distintos tipos de proyectiles a reacción, según el empleo que les corresponde. El grupamiento dado en el Cuadro II constituye un ensayo en este sentido y es necesario señalar que a veces resulta difícil ubicar a uno u otro tipo dentro de una determinada clase o de hallar una designación de clase adecuada que permita agrupar clara e incon-

fundiblemente a todos los tipos que satisfacen una determinada misión.

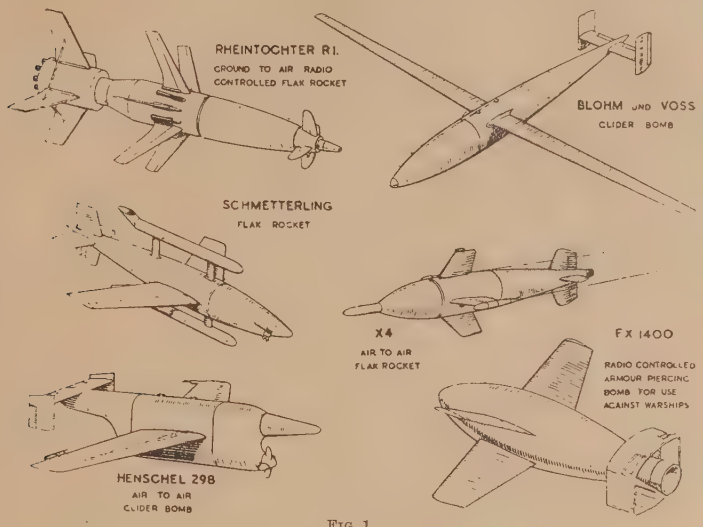


FIG. 1.

Pero previamente analizaremos un poco más particularmente las *características generales de la propulsión a reacción*, para estar en condiciones de estudiar luego los *tres aspectos fundamentales* que definen las particularidades constructivas de los proyectiles a reacción, a saber:

— el sistema de propulsión;
— el cuerpo de vuelo o fuselaje;
— el sistema de comando o dirección,

pues de otra manera no resulta fácil comprender las propiedades salientes de los diferentes tipos y las limitaciones que se imponen a su empleo.

III. - CARACTERISTICAS GENERALES DE LA PROPULSION A REACCION

Como ya se ha dicho, existen los más variados tipos de proyectiles a reacción o autopropulsados: tanto el pequeño cohete bazooka como el enorme cohete V-2, con sus 14 metros de longitud, corres-

ponden a la especie nombrada, existiendo entre ambos extremos una gran cantidad de tipos intermedios que difieren en una serie de aspectos. Hay sin embargo un principio que es común a todos y que es aquél que da origen al movimiento.

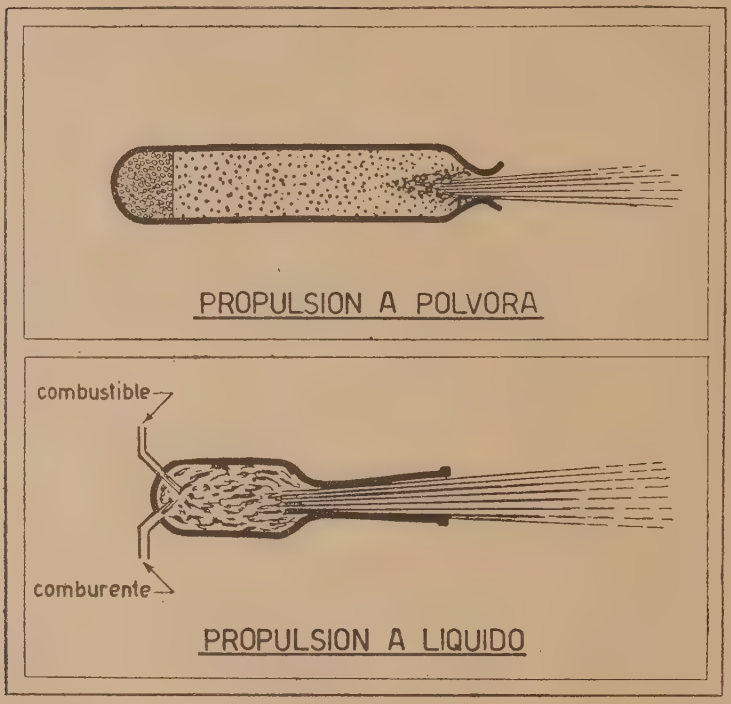


Fig. 2.

Todo proyectil a reacción contiene un grupo motropropulsor (Fig. 2), consistente en esencia en una cámara de combustión y una tobera de escape. Los gases producidos por la combustión de algún sólido (pólvora) o líquido (alcohol, nafta, etc.) fluyen por la tobera a gran velocidad, ejerciendo un empuje en sentido contrario al escape, lo que da lugar al movimiento.

Si la propulsión es a pólvora, la cámara de combustión es al mismo tiempo el recipiente que contiene dicho combustible, lo que trae aparejado inconvenientes desde el punto de vista de la regularidad del proceso de combustión.

Si la propulsión es a líquido la cámara de combustión sólo sirve para su propósito específico siendo sus dimensiones relativamente menores. El combustible y el carburante son inyectados en aquella en la medida necesaria y se comprende que el proceso de combustión puede ser regulado en forma mucho más eficaz.

No he de extenderme en largas consideraciones de orden técnico respecto a las propiedades numéricas de la propulsión a reacción, porque ello excedería los propósitos de este trabajo. Me limitaré solamente a señalar los aspectos más importantess de orden práctico-balístico y que confieren al proyectil a reacción sus características típicas.

La forma de la trayectoria de un proyectil a reacción varía lógicamente de modo apreciable según el tipo de proyectil de que se trate, lo que a su vez es una función del empleo táctico a que está destinado dicho proyectil. Sin embargo puede diferenciarse en todos los casos entre dos períodos que definen dos ramas o partes de la trayectoria netamente distintas entre sí: el período de combustión y el período de vuelo libre.

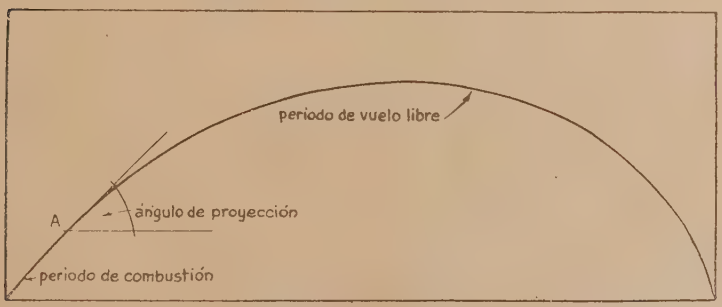


FIG. 3. — Trayectoria de un cohete terrestre.

Durante el primer período (figura 3), el proyectil, bajo el empuje de los gases que escapan, tiene un movimiento acelerado hasta alcanzar su máxima velocidad o velocidad inicial. Durante el segundo período, o sea el de vuelo libre, el proyectil es totalmente comparable a uno de tipo común. Existe frecuentemente la creencia de que el período de combustión abarca la mayor parte de la trayectoria. Sin embargo ello no es así. En los cohetes de artillería propulsados a pólvora la duración de la combustión es del or-

den de ½ a 2 segundos y la longitud de la rama correspondiente es de 100 a 300 metros, lo que constituye una fracción pequeña frente al alcance total de 9 a 10 kilómetros. En el cohete de largo alcance V-2 la combustión terminaba a los 68 segundos y a una altura de 30 kilómetros, aspecto que, considerado en forma absoluta, permite catalogar a su grupo moto-propulsor entre los a larga duración de combustión. Sin embargo, si consideramos que la duración total del recorrido para un alcance de 320 kilómetros era aproximadamente 5 veces mayor (320 segundos), observamos que también en este caso el período de combustión es pequeño en relación al total de la trayectoria.

El primer período de la trayectoria es en cierta manera asimilable a un cañón de muy grande longitud cuya boca coincide con el punto que separa ambas ramas de la trayectoria. De esta consideración nace la comparación que se puede efectuar entre el proyectil de artillería y el cohete.

El primero alcanza su elevada velocidad en el corto trecho de unos pocos metros y en un punto y una posición bien definidos: la boca del tubo. Ello trae aparejado la *ventaja* de una gran precisión ya que el proyectil inicia su vuelo libre siempre en el mismo punto, con la misma posición de su eje y con variaciones de velocidad insignificantes. La *desventaja,* en cambio, consiste en que el dispositivo de lanzamiento, o sea el cañón, es complicado, costoso y sujeto a gran desgaste. El proyectil, a su vez, debe tener un cierto espesor de pared mínimo para resistir el choque de partida lo que reduce su capacidad explosiva.

El cohete, en comparación, no presenta ninguna de las desventajas señaladas, ya que el dispositivo de lanzamiento es sencillo y el espesor de las paredes del proyectil propiamente dicho puede ser pequeño. En cambio, el cohete tendrá siempre una dispersión mayor, ya que las inevitables irregularidades del proceso de combustión y su movimiento defectuosamente guiado durante el primer período no permiten obtener una buena exactitud, ni en la ubicación del punto final de la combustión ni en el valor de la velocidad inicial existente en ese punto, ni tampoco en cuanto a la posición del eje del cohete en dicho punto.

¿En qué circunstancias puede decirse, entonces, que es acertado el empleo del proyectil a reacción en lugar del proyectil de artillería?

En todos aquellos casos en que el cañón no pueda ser utilizado por razones económicas o técnicas.

Para precisar más este concepto conviene considerar separadamente, por un lado a los proyectiles a reacción de pequeño calibre propulsados habitualmente a pólvora y lanzados generalmente en masa, y por el otro a los proyectiles a reacción de mediano y gran tamaño de acción individual, siempre autopiloteados o teledirigidos.

Los *primeros* reemplazan con ventaja a la artillería allí donde la eficacia debe ser lograda en base a la gran masa de proyectiles lanzados en la unidad de tiempo, lo que haría prohibitivo el empleo de cañones por su gran cantidad requerida. Así, por ejemplo, el fuego de neutralización de la artillería, sobre zonas más o menos extensas y que requieren grandes cantidades de proyectiles lanzados con gran rapidez, es una misión que incumbirá en escala cada vez mayor a los lanzacohetes. Aquellas misiones de fuego, en cambio, que exigen precisión del tiro, permanecerán sguramente durante un tiempo, no previsible aún, a cargo de la artillería.

Los *proyectiles teledirigidos de tamaño mediano* empleados en forma individual desde avión contra blancos terrestres (bombas teledirigidas), desde avión contra avión o desde tierra contra avión, resuelven el problema de batir blancos-puntos regularmente distantes que de otra manera no podrían ser alcanzados con una probabilidad razonable. Veremos más adelante algunos de estos proyectiles empleados durante la pasada guerra y la forma en que cada uno de ellos cumplía su misión específica.

Los *proyectiles a reacción de gran tamaño*, finalmente, son empleados para batir centros vitales de gran importancia a las mayores distancias, pudiendo señalarse que únicamente el sistema de retropropulsión permite obtener estos máximos alcances. Los cañones de gran alcance, tipo «cañón de París», empleados durante la primera guerra mundial, que con sus 120 kilómetros ya han quedado en evidente retraso frente a los proyectiles a reacción tipo V-1 y V-2, sólo pueden considerarse como una curiosidad científica de escaso valor militar.

La trayectoria que muestra la figura 3 corresponde al caso típico y clásico de un cohete lanzado desde tierra contra objetivos terrestres, existiendo naturalmente variantes que dependen del lugar de lanzamiento y de la situación y tipo del blanco.

El factor que principalmente interviene en este sentido es el hecho de que el proyectil se encuentre o no dotado de planos de sustentación. En este sentido debe diferenciarse entre lo que podríamos llamar *proyectil puro* y *proyectil volador.*

El *proyectil a reacción puro* comprende todos aquellos tipos que sólo poseen aletas estabilizadoras destinadas a fijar la dirección de vuelo y cuya trayectoria (cuya forma acabamos de explicar), cualquiera que sea el lugar de lanzamiento y la situación del blanco, es, por lo tanto, similar a la de un proyectil común terrestre, antiaéreo o aéreo. A esta especie de proyectil a reacción pertenecen los cohetes de infantería, los de artillería, el cohete de largo alcance V-2, algunos tipos de cohetes antiaéreos y de avión, y otros más.

Las duraciones de combustión de su grupo moto-propulsor son, en general, breves, y a ellos es aplicable, sin más, todo lo expresado en los párrafos precedentes.

El *proyectil a reacción volador,* en cambio, posee superficies alares de sustentación, siendo por lo tanto su forma de movimiento más asimilable al vuelo de un avión. El más típico representante de esta especie es quizá la bomba voladora de largo alcance V-1 que en realidad no es sino un pequeño avión a reacción autopilotea-

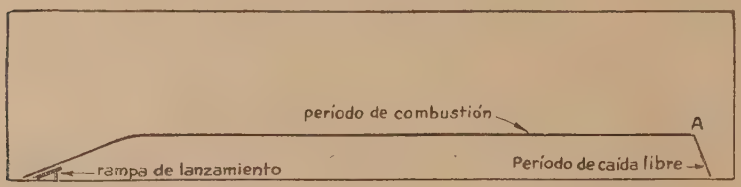


FIG. 4. — Trayectoria de un proyectil volador (V 1), lanzado desde tierra.

do. Su trayectoria es del tipo indicado en la figura 4, correspondiendo el punto *A* al instante en que por acción del piloto automático se corta el suministro de combustible y se bloquean los comandos.

Igualmente corresponden a esta categoría las bombas planeadoras lanzadas desde avión como por ejemplo la HS-293, empleada por los alemanes, que veremos más adelante.

En los ejemplos que citaremos más adelante con sus correspondientes figuras, podrán apreciarse con mayores detalles los distintos casos señalados.

El propósito de lo expuesto hasta aquí ha sido el de señalar las características salientes de la propulsión a reacción y también el de destacar la enorme variedad de proyectiles existentes que pertenecen a esta especie.

En lo que sigue y para facilitar la mejor comprensión de todos los problemas relacionados con los proyectiles a reacción, examinaremos con algo más de detalle las características constructivas de esta nueva especie de aeromóviles.

IV. - LOS TRES FACTORES QUE DEFINEN AL PROYECTIL A REACCION

Los tres factores que definen al proyectil a reacción son el *sistema de propulsión,* el *cuerpo de vuelo o fuselaje* y el *sistema de dirección.*

Estos tres aspectos deben ser estudiados y combinados cuidadosamente si se desea que un determinado proyectil satisfaga de la mejor manera la misión que le incumbe.

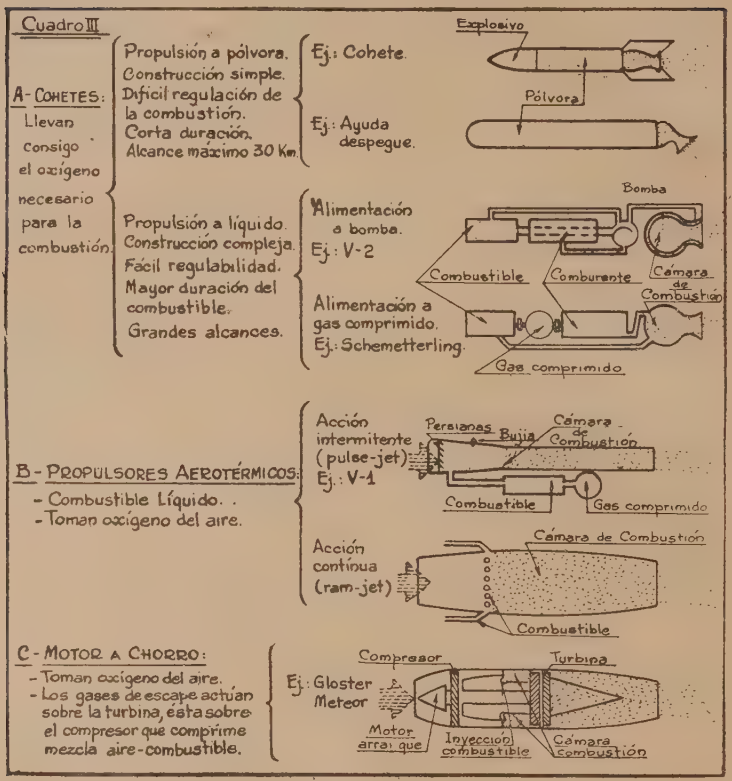
Ello se comprende fácilmente, pues es lógico que el grupo propulsor de un cohete de largo alcance será diferente al de un cohete de artillería; que la estructura de un proyectil supersónico será distinta de la de uno subsónico y que las diferentes misiones a cumplir imponen diversos sistemas de dirección o telecomando o autopilotaje.

Veamos a continuación con un poco más de detalle los tres aspectos señalados.

1) SISTEMAS DE PROPULSIÓN. — Los sistemas de propulsión pueden clasificarse en los siguientes grupos (ver cuadro III).

A) *Cohetes.* — Esto es, aparatos a reacción *que llevan consigo el oxígeno necesario para la combustión,* y cuyo funcionamiento, por lo tanto, no depende de las propiedades del medio en el que se mueven. Esta característica saliente es causa de que el cohete sea el único aeromóvil autopropulsado capaz de desplazarse en un espacio desprovisto de aire. Todo proyectil autropropulsado que deba alcanzar grandes distancias y que por lo tanto se ha de mover a grandes alturas deberá, en consecuencia, funcionar en base a este sistema de propulsión.

CUADRO III. — *Los sistemas de propulsión a reacción*



El combustible de propulsión empleado permite clasificar a los cohetes en dos grandes grupos:

—los propulsados a pólvora;
—los propulsados a líquido.

La *propulsión a pólvora* ofrece la importante ventaja de una construcción sencilla y económica. Sin embargo, por otro lado el sistema tiene sus inconvenientes pues la regulación del proceso de combustión es difícil, tanto más cuanto mayor es el calibre. Ello se debe al hecho de que el total de la pólvora se encuentra desde

un principio alojado en la cámara de combustión siendo por lo tanto necesario que dicho combustible reúna ciertas características de forma, pureza y homogeneidad difícilmente obtenibles para que el proceso de combustión autorregulado por la propia pólvora sea lo más invariable posible. Como además la duración de la combustión es breve por las razones indicadas, el alcance máximo del cohete a pólvora queda limitado a 30 kilómetros aproximadamente.

El cohete a pólvora, dicho sea de paso, ha tenido empleo como arma de guerra en Europa desde mediados del siglo XV. El tipo más conocido y que tuvo amplia utilización durante las guerras del siglo pasado, fué el cohete « a la Congreve » traído de la India por el general inglés del mismo nombre y adoptado en el ejército británico en 1804. Entre nosotros este cohete fué muy empleado durante la guerra del Paraguay. Sin embargo los cohetes cayeron en desuso debido a su gran dispersión, frente a la precisión cada vez mayor de la artillería, y recién en épocas recientes, debido principalmente al empleo de las pólvoras a la nitroglicerina perfeccionadas, factor que redujo la dispersión a valores aceptables, el cohete a pólvora ha podido resurgir como arma de guerra.

La propulsión a pólvora es aplicada a los cohetes de pequeño calibre terrestres, y a los aparatos ayuda-despegue de vuelo de aviones en pistas reducidas o para dar un impulso inicial a los proyectiles a reacción que luego siguen moviéndose bajo el empuje de su propio propulsor (ver capítulo: « Los distintos tipos de proyectiles a reacción » y las correspondientes figuras).

La *propulsión a líquido* es necesaria cuando se desean mayores alcances. Las ventajas son: una mayor regularidad de la combustión ya que el combustible líquido puede ser inyectado en la cámara en la medida exactamente necesaria, lo que da lugar a una mayor precisión. Por otra parte, dado que por la misma razón la combustión puede tener una duración y una potencia mucho mayores, los alcances son mayores también.

Los inconvenientes del sistema, en cambio, son: una construcción más compleja pues se necesitan recipientes especiales, caños conductores con válvulas reguladoras, bombas de gran rendimiento o si no recipientes de gas comprimido para impulsar la alimentación de la cámara de combustión, etc.

Por estas razones la propulsión a líquido es aplicada preferentemente a aquellos cohetes que requieren mayor alcance o una mayor

precisión en razón de su empleo por proyectiles individuales (no en masa) como es el caso de los cohetes antieéreos de gran potencia o de las bombas dirigidas que veremos más adelante con más detalles.

B) *Propulsores aerotérmicos.* — Son aparatos propulsores a reacción consistentes en general en un simple tubo o caño abierto en sus dos extremos en cuyo interior se realiza la combustión de una mezcla de bencina, nafta u otro combustible, y aire atmosférico. Este es admitido por la abertura anterior por efectos del movimiento mismo.

El principio del propulsor aeorotérmico puede tener dos variantes fundamentales de distinta realización: a *acción intermitente* y a *acción continua.*

El principio de acción intermitente (pulse-jet = chorro pulsante) tuvo aplicación en el tubo aerotérmico « Argus » empleado en la bomba de largo alcance V-1. Su característica esencial está constituída por un mecanismo de válvulas a persiana colocado en la boca de admisión de aire y que se cierra durante la combustión y se abre después de la misma.

La figura 19 muestra en detalle la forma en que el tubo « Argus » se halla montado en la bomba voladora V-1.

El combustible líquido es inyectado en la cámara de combustión mediante aire comprimido. El aire que entra por la boca anterior proporciona el oxígeno. La inflamación es producida por una bujía eléctrica situada en la parte superior del tubo; sin embargo después de un corto tiempo de funcionamiento la inflamación se realiza en forma espontánea debido a la elevada temperatura adquirida por las paredes del tubo. Los gases escapan por la boca posterior produciendo el impulso de avance y cerrando al mismo tiempo las persianas de admisión.

Producido el escape, las persianas se reabren por la presión del aire atmosférico exterior y el proceso de combustión se reinicia y se repite con una frecuencia de 45 a 50 explosiones por segundo.

Como la admisión del aire sólo se realiza mientras el aparato está en vuelo, es necesario proporcionarle una cierta velocidad inicial mediante lanzamiento previo para que el tubo aerotérmico comience a funcionar.

El tubo aerotérmico intermitente tipo « Argus » ofrece las ventajas de una gran sencillez constructiva. La vida del propulsor está

limitada por la duración del mecanismo de persianas o válvulas de admisión. El alcance máximo de la bomba V-1 (de la que hablaremos con más detalle más adelante) era, en la última etapa de su desarrollo, de 250 km para una velocidad final de 780 km/h. El inconveniente de este medio de propulsión y que reduce su valor militar reside en que su altura de vuelo está limitada por el contenido de oxígeno del aire y principalmente en que las velocidades de vuelo que puede desarrollar son pequeñas.

Las bombas voladoras propulsadas por este medio son por lo tanto alcanzadas con relativa facilidad por los modernos aviones de caza a chorro.

Sin embargo puede decirse que aún no está dicha la última palabra con respecto a las posibilidades del tubo aerotérmico intermitente y el mayor perfeccionamiento y desarrollo del mismo es sólo cuestión de tiempo.

El principio de funcionamiento intermitente obtenido mediante las válvulas a persiana es una consecuencia necesaria de las velocidades pequeñas (inferiores a la del sonido) ya que sólo de esta manera puede impedirse que los gases producidos por la combustión escapen hacia adelante.

Cuando, en cambio, las velocidades de vuelo son próximas o superiores a la del sonido (Cuadro III) la acción de compresión del aire atmosférico en la boca es superior a la presión de los gases en el interior del tubo constituyendo de esta manera el aire atmosférico una especie de tapón que impide el escape de los gases hacia adelante. En consecuencia estos gases sólo pueden salir por la boca posterior no siendo necesaria la existencia del mecanismo de válvulas. Bajo estas condiciones el propulsor aerotérmico queda reducido a la forma sencillísima de un simple tubo abierto en ambos extremos dotado solamente del dispositivo inyector de combustible. En estas condiciones la combustión se realiza en forma continua, lo que elimina la acción vibratoria que era uno de los principales inconvenientes del propulsor intermitente « Argus ».

El tubo aerotérmico de acción continua es conocido bajo el nombre de Athodyd (Aero-therm-o-dy-namic-duct = tubo aerotérmico) o también Ram-jet.

Este medio propulsor no tuvo aplicación en ninguno de los proyectiles a reacción utilizados durante la guerra pasada por no hallarse a punto todavía.

En la actualidad se trabaja activamente en el perfeccionamiento de este sistema propulsor, que se caracteriza por su extremada sencillez, ya que con su empleo quedarán eliminadas algunas de las principales desventajas del propulsor aerotérmico intermitente.

2) El cuerpo de vuelo. — El cuerpo de vuelo es el vehículo destinado a dar alojamiento al grupo moto-propulsor con sus depósitos de combustible y conductos, a los elementos de dirección y comando y a la carga explosiva. El cuerpo de vuelo debe tener entonces un volumen de carga adecuado a tal finalidad, pero al mismo tiempo características aerodinámicas ampliamente satisfactorias. La conciliación de ambas exigencias opuestas es un problema de solución nada sencilla.

En el caso del cohete de pequeño tamaño, de propulsión a pólvora (artillería antiaérea, etc.), el problema es de solución relativamente simple. El cuerpo de un cohete de este tipo es similar en muchos aspectos a un proyectil de artillería y al no existir problemas relacionados con la teledirección, su estudio puede ser realizado en gran parte con los métodos corrientes de la balística.

El cuerpo de un proyectil a reacción de medianas o grandes dimenciones, en cambio, ofrece dificultades apreciablemente mayores, ya que el mismo deberá ser proyectado y dimensionado en forma análoga a la estructura de un avión. Ello implica estudios y ensayos aerodinámicos nada sencillos y tanto más complicados cuando el proyectil debe alcanzar velocidades supersónicas. Para ello es indispensable poseer instalaciones experimentales y especialmente túneles aerodinámicos adecuados.

El principal problema que se presenta en el estudio aerodinámico de los cuerpos voladores teledirigidos, consiste en la fundamental variación de las fuerzas aerodinámicas que se producen cuando el proyectil pasa de las velocidades subsónicas a las supersónicas. Este problema, ya de difícil solución en los aviones piloteados, se agrava particularmente en los proyectiles teledirigidos debido a que falta la acción directa y personal del piloto que, ubicado en el avión mismo, modifica ciertas características aerodinámicas del avión cuando la velocidad del mismo pasa por la zona transsónica. Un proyectil a reacción debe poseer, por lo tanto, características que lo hagan aerodinámicamente estable en toda la gama de las velocidades sin que sea necesario realizar medidas de compensación aerodinámica

consistentes, por ejemplo, en la variación de incidencia de los planos o del empenaje, lo que no es posible efectuar mediante procedimientos de teledirección.

Un estudio en este sentido nos llevaría demasiado lejos y sólo queremos hacer resaltar a través de la figura 1 cómo las investigaciones tendientes a obtener perfiles aerodinámicos adecuados ha conducido al desarrollo de formas y siluetas que hasta hace poco tiempo hubieran parecido extraídas de una novela de corte futurista.

3) El sistema de dirección. — La misión específica de empleo define no sólo el cuerpo de vuelo sino también el sistema de dirección a elegir así como también el dimensionado de las distintas partes de los elementos de comando y dispositivos auxiliares.

En principio y a los efectos de la elección del sistema debe distinguirse si el mismo debe ser adaptado a un proyectil destinado a batir *blancos de superficie* situados a distancias más o menos grandes (por ejemplo ciudades); o *blancos-punto* del tamaño de un buque y aún de un avión, a distancias más o menos próximas.

Antes de entrar a considerar con más detalles los distintos sistetemas de dirección, es necesario señalar los *procedimientos básicos* de aplicación en los proyectiles.

Existen en este sentido las siguientes posibilidades:

a) Proyectil no dirigido;
b) Proyectil a dirección automática o autopiloteado;
c) Proyectil teledirigido;
d) Proyectil dirigido por autobúsqueda o autobuscador.

Estos procedimientos básicos en algunos casos pueden ser combinados entre sí en forma simultánea o no, a fin de satisfacer exigencias especiales.

Analicemos ahora con más detalles estos cuatro procedimientos.

a) *Proyectiles no dirigidos.* — Son aquellos que no poseen dispositivos de comando de posición variable. Este tipo, al que pertenecen la mayoría de los cohetes a pólvora de pequeño tamaño (infantería, artillería, antiaéreos, etc.), por su índole no presenta interés para el análisis que estamos efectuando.

b) *Proyectiles automáticamente dirigidos.* — Estos poseen una instalación análoga a la del autopiloto de los aviones. El mecanismo

se basa en la acción de una brújula giroscópica y un medidor de alturas. La dirección y altura de vuelo se gradúan previamente y luego el dispositivo gobierna el vuelo del proyectil en forma automática.

Mediante el agregado de aparatos adicionales, como por ejemplo un contador de camino recorrido, puede limitarse la trayectoria en distancia, de manera tal que después de un cierto tiempo, previamente graduado, se interrumpe la combustión, o se acciona sobre el timón de profundidad. Mediante la inclusión de otros dispositivos es posible también provocar un cambio de dirección u otras maniobras de acuerdo con un programa preestablecido.

El piloto automático proporciona una precisión suficiente para conducir al proyectil a través de grandes distancias hacia las proximidades del blanco. La precisión es, en cambio, insuficiente para la acción contra blancos de pequeñas dimensiones.

El piloto automático no se presta, por lo tanto, para el empleo contra blancos-punto como ser buques o aviones que deben ser abatidos desde distancias fuera del alcance antiaéreo; su uso, en cambio, contra blancos de gran superficie, como por ejemplo ciudades, aún desde grandes distancias, es completamente adecuado y suficiente ya que la dispersión es equivalente a la de la artillería de muy grande alcance.

Este sistema de dirección fué empleado en los proyectiles de gran alcance V-1 y V-2.

c) *Proyectiles teledirigidos.* — Son aquellos en los que, en base a la observación permanente del proyectil y del blanco, se ejerce una acción correctora continua, a distancia, sobre el movimiento del proyectil.

Este procedimiento proporciona una precisión muy grande y permite batir con impacto directo a blancos-punto. La distancia máxima de tiro en cada caso depende naturalmente del tamaño del blanco y del tipo del aparato teledirector que se emplea. En el caso de un buque la distancia máxima es del orden de 20 kilómtros y en el caso de un avión, 15 kilómetros. Estas distancias por el momento no pueden sobrepasarse sin recurrir al empleo de otros dispositivos que más adelante serán mencionados.

De acuerdo con las experiencias alemanas recogidas en la guerra pasada, se obtenía, con los proyectiles teledirigidos, un impacto sobre cada dos disparos.

Un aparato teledirector consiste en esencia en un *emisor* y un *receptor de comandos*. El primero, instalado en tierra o en el avión madre o lanzador, es manipulado por un piloto mediante una pequeña palanca similar a la palanca de un avión. Las señales (subir, bajar, derecha, izquierda) recibidas en el receptor de comandos instalado en el proyectil son transformadas en movimientos de timón.

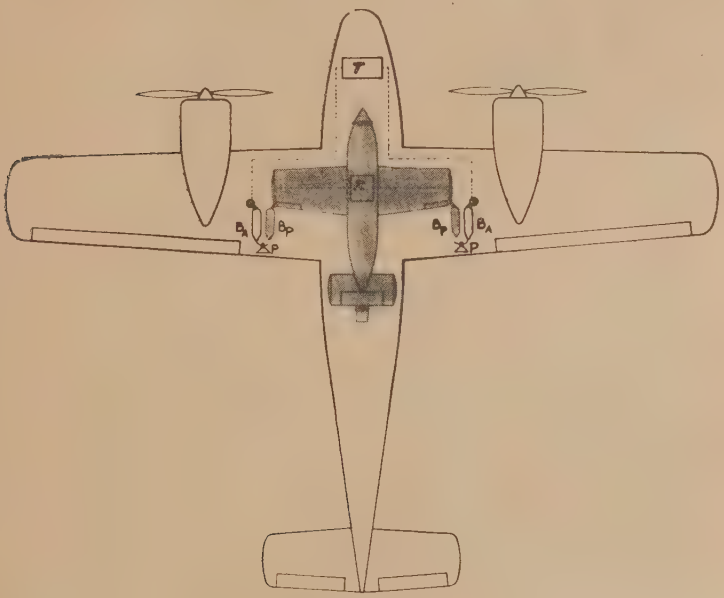


FIG. 5.

La transmisión de señales puede ser *inalámbrica* o *alámbrica*.

La transmisión inalámbrica, en oposición a sus evidentes ventajas, tiene el serio inconveniente de la posible interferencia por parte del enemigo. Ello obliga al empleo de distintas frecuencias.

Al mismo tiempo se utilizó la transmisión alámbrica (figs. 5 y 6) que no ofrece la posibilidad de ser perturbada. Ella consiste en que el proyectil en vuelo desenrolla un cable según un procedimiento especial. El sistema se aplicó incluso en proyectiles de velocidad supersónica con alcance máximo de hasta 20 kilómetros.

El sistema de teledirección mediante transmisión inalámbrica o alámbrica de comandos fué empleado en las bombas alemanas HS-293, HS-294, HS-298, F-X y en los cohetes antiaéreos SCHMET-

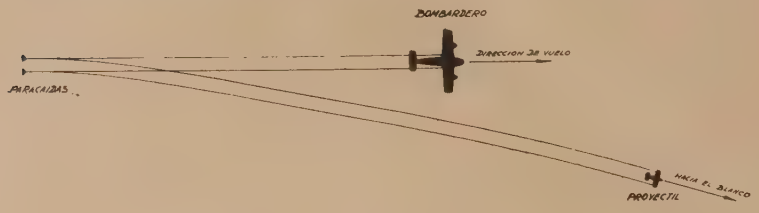


FIG. 6.

TERLING, RHEINTOCHTER y otros que veremos más adelante con algunos detalles.

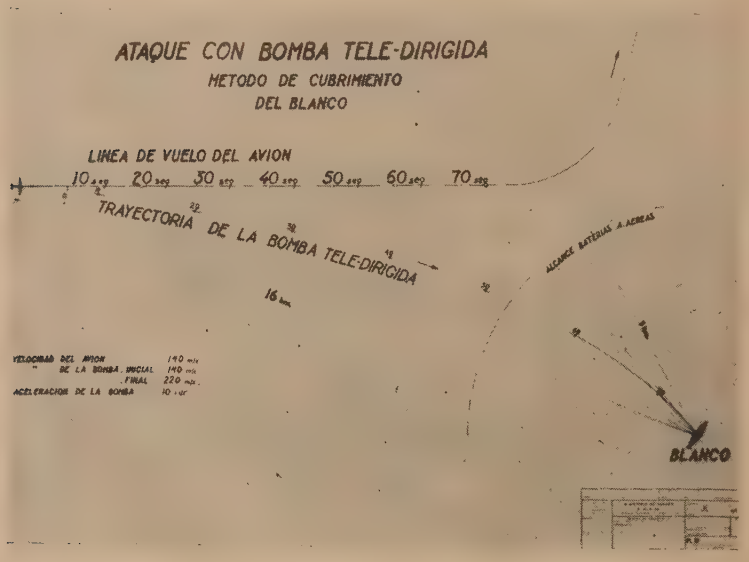


FIG. 7.

Para efectuar la *puntería* el apuntador utiliza el procedimiento de mantener constantemente cubierto el proyectil con el blanco (figura 7). Para ello el proyectil tiene en la cola una pequeña carga

luminosa. El proyectil es observado a *simple vista* o mediante *anteojo* giroestabilizado cuando el lanzamiento se efectúa desde avión.

FIG. 8.

Una variante técnicamente más perfecta lo constituye la *cabeza televisora.*

Este aparato instalado en el proyectil transmite la imagen del blanco al receptor instalado en el puesto de lanzamiento donde el

apuntador maneja el aparato de comando teledirector en base a dicha imagen (figura 8). Podría decirse que con este dispositivo el ojo del apuntador se encuentra situado en el proyectil desplazándose conjuntamente con éste. La cabeza televisora fué empleada en la bomba alemana HS-293-D y también por parte de los norteamericanos.

Estos procedimientos de puntería ópticos adolecen, sin embargo, de limitaciones dependientes de las condiciones de visibilidad reinantes.

Por esta razón comenzóse, hacia fines de la guerra, a desarrollar un procedimiento de puntería basado en el *radar*, mediante el cual el apuntador podía teleconducir su proyectil en forma totalmente independiente de las condiciones de visibilidad.

Este sistema de puntería tuvo aplicación en el cohete antiaéreo Schmetterling, teledirigido, que no pudo ser empleado en razón de finalizar las hostilidades.

Dentro de los sistemas de teledirección corresponde señalar, por último, el de *rayo-guía*. El mismo consiste en un haz de ondas muy estrecho y que es mantenido por el apuntador constantemente en dirección al blanco. El proyectil que lleva un receptor especial combinado con un piloto automático se mantiene en vuelo « a caballo » sobre el rayo-guía. Este sistema, dicho sea de paso, es similar al empleado por la aviación para los aterrizajes a ciegas. El procedimiento fué ensayado por los alemanes en el cohete V-2, pero no alcanzó a tener aplicación efectiva. Sin embargo, puede decirse que el mismo ofrece grandes posibilidades.

d) *Proyectiles autobuscadores.* — Son los dotados de un dispositivo que recibe señales provenientes del blanco transformándolas en movimientos de timón tales que el proyectil oriente en forma permanente y automática su marcha en dirección al blanco.

Las señales provenientes del blanco pueden consistir en ondas acústicas, infrarrojas (emitidas por una fuente calórica: por ejemplo, caño de escape) o electromagnéticas. Actualmente sólo se utiliza éstas últimas a través del conocido sistema radar.

Las ondas producidas por un emisor ubicado, ya sea en el mismo proyectil, ya sea en el puesto de lanzamiento (figura 9) son reflejadas por el blanco y recibidas nuevamente en un receptor situado en el proyectil, provocando los correspondientes movimientos de ti-

món. De esta manera se logra que «el proyectil corra detrás del blanco» cualesquiera que sean los movimientos de éste.

Fig. 9.

El autobuscador puede ser utilizado en forma aislada, lanzándose en este caso al proyectil en la dirección aproximada del blanco, o puede ser combinado con cualquiera de los procedimientos de teledirección descriptos, en cuyo caso el autobuscador toma a su cargo la tarea de la dirección durante el tramo final de la trayectoria. Este último procedimiento combinado tiene más importancia, pues permite obtener mayores alcances efectivos de empleo táctico.

Ejemplos de empleo combinados de teledirección y autobuscador son las bombas voladoras BAT (norteamericana) y HS-298 (alemana) que veremos más adelante.

Mientras que la dirección por autopilotaje o por teledirección se puede considerar actualmente llegada a un estado de madurez técnica relativamente elevado, no ocurre otro tanto con el principio de la autobúsqueda. Ello se debe a que el aparato autobuscador carece de facultades de discernimiento para elegir acertadamente al blanco

cuando existen varios cuerpos reflectores de ondas, características que puede usarse para adecuar las contramedidas.

En resumen, podemos decir que las posibilidades que brindan los procedimientos de dirección no imponen prácticamente limitación alguna a los grandes alcances, siempre que los *blancos* a batir sean de gran *superficie*. El natural aumento de la dispersión con la distancia será compensado seguramente mediante el empleo de explosivos más potentes (bomba atómica).

La lucha contra *blancos-punto* de gran valor, en cambio, sufre limitaciones en cuanto a los alcances de tiro útiles, debido a la imprecisión de los sistemas de dirección y de puntería que aumenta grandemente con la distancia.

De esta imposición técnica nace la necesidad de batir los blancos-punto (buques, aviones, etc.) desde un avión lanzador de cohetes teledirigidos eventualmente protegido por caza y desde distancias que estarán condicionadas por la eficacia de la defensa antiaérea del blanco a batir. Los aviones enemigos también podrán ser batidos desde tierra mediante cohetes teledirigidos, pudiendo mejorarse en ambos casos los resultados mediante el empleo complementario de autobuscadores y espoletas de aproximación (radar).

(*Concluirá*)

PREMIO SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

El 24/11/50, con un acto público realizado en el salón « Florentino Ameghino » y favorecido por crecida y calificada concurrencia, la Sociedad Científica Argentina dió por finalizado su Ciclo Anual de Conferencias y procedió a la entrega, por primera vez, del « Premio Sociedad Científica Argentina ».

Vista parcial de la concurrencia.

El doctor Eduardo Braun Menéndez, vicepresidente segundo de la Sociedad y miembro del Jurado que adjudicó el Premio, abrió el acto con el discurso que publicamos a continuación.

DISCURSO DEL DR. EDUARDO BRAUN MENENDEZ EN OCASION DE LA ENTREGA DEL PREMIO « SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA »

Señoras y señores:

Con el acto de hoy se clausura otro año de actividades de la Sociedad Científica Argentina, institución fundada en 1872, a mediados de la presidencia de ese gran amigo e impulsor de la cultura que fué Domingo Faustino Sarmiento. El deseo de « fomentar el desarrollo de las ciencias en general y de sus aplicaciones a las artes, a las industrias y a las necesidades de la vida social » que guiara su fundación, sigue rigiendo sus actividades actuales bajo la eficaz, entusiasta y dinámica presidencia del ingeniero Eduardo M. Huergo, nieto del primer presidente que tuviera esta Sociedad.

Como en otros años, se realizó un ciclo de conferencias en el que participaron distinguidos hombres de ciencia, profesores, profesionales y técnicos; se otorgaron becas, se publicaron varios números de los Anales, se enriqueció la biblioteca con nuevos volúmenes y colecciones, se facilitó el local social para la realización de cursos y reuniones culturales, etc. Sin embargo, en la historia de nuestra Sociedad, se destacará el año transcurrido por tres circunstancias trascendentales: 1) la celebración del centenario del fallecimiento del Libertador General Don José de San Martín; 2) la realización de las Primeras Sesiones Científicas Argentinas, y, 3) la institución del Premio « Sociedad Científica Argentina ».

En ocasión del 78° aniversario de la fundación de esta Sociedad, el 28 de julio ppdo., se realizó un homenaje al Libertador al que se adhirieron numerosas instituciones científicas: Asociación Argentina de Ciencias Naturales, Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias, Asociación Bioquímica Argentina, Asociación Farmacéutica y Bioquímica Argentina, Confederación Farmacéutica y Bioquímica Argentina, Colegio Libre de Estudios Superiores, Sociedad Argentina de Agronomía. Sociedad Argentina de Antropología, Sociedad Argentina de Botánica, Sociedad Argentina de Estudios Geográficos « Gaea », Sociedad Entomológica Argentina, Sociedad Ornitológica del Plata. Durante el mismo, el Dr. Enrique de Gandía disertó sobre el tema « La gloria de San Martín. Sus bases históricas y políticas ». Nada más justo que este homenaje de los hombres de ciencia a la figura máxima de la historia militar

del país, que no sólo nos legó la independencia sino también el ejemplo de una vida pura, consagrada total y desinteresadamente a un ideal de bien común. Su lema « serás lo que debes ser o sinó no serás nada » podría ser el lema de todos nosotros, y nuestra Sociedad podría recoger como estímulo para la obra que realiza aquellas palabras empleadas por San Martín en el decreto de fundación de la Biblioteca de Lima: « la ilustración general es más poderosa que los ejércitos para sostener la independencia de los pueblos ».

Del 20 al 22 de septiembre tuvieron lugar en la sede de esta Sociedad las primeras Sesiones Científicas Argentinas, organizadas conjuntamente por la Sociedad Científica Argentina y la Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias. En dichas Sesiones se expusieron « stands » destinados a demostrar la realización de investigaciones científicas y la posibilidad de su posterior aprovechamiento para fines aplicados; se proyectaron films científicos, inéditos en la Argentina; se dictaron conferencias sobre temas de interés general dirigidas al público interesado en conocer el desarrollo del progreso científico en nuestro país y en el extranjero. El objeto principal de este tipo de reuniones es vincular entre sí a hombres de ciencia dedicados a especialidades diversas y, sobre todo, popularizar la Ciencia. Es indispensable que el público esté al tanto de los progresos científicos realizados en el país, que comprenda el valor de la Ciencia, como así también que conozca las dificultades que se oponen a su florecimiento. Las Sesiones Científicas de este año, realizadas a título de ensayo, tuvieron señalado éxito, debido en gran parte al inteligente empeño de quien tuvo a su cargo la ímproba labor de organizarlas, nuestro vicepresidente 1º Dr. Abel Sánchez Díaz.

La institución de premios a la producción científica remonta a mediados del siglo XVII y tenía como objeto estimular a los cultivadores de las ciencias. La Academia de Ciencias Francesa fué de las primeras en instituir premios para el autor de la mejor memoria presentada sobre un tema previamente determinado. Su ejemplo fué seguido por muchas otras instituciones. Nobel, en su testamento, innovó al disponer que con las rentas de su fortuna se distribuyeran premios anuales a aquellos individuos que hubiesen hecho algún descubrimiento trascendental en las ciencias físicas, ciencias químicas y fisiología o medicina. Este tipo de premio di-

fiere del tradicional en que al favorecido no se le impone la obligación, para algunos penosa, de presentar su propia candidatura. Un jurado formado por gente competente —en este caso, la Academia de Ciencias de Estocolmo para Física y Química y el Instituto Carolino para Fisiología y Medicina— tienen a su cargo la responsabilidad de escoger cada año una o más personas cuya labor científica en beneficio de la humanidad los haga merecedores a tan alta distinción.

La Sociedad Científica Argentina recibió este año de un generoso mecenas, que ha querido permanecer en el anonimato, una donación destinada a la institución de un premio a la producción científica. Este gesto espontáneo permitió a nuestra Sociedad poner en ejecución un viejo proyecto orignario del ingeniero Enrique Chanourdie, creando una recompensa anual denominada «Premio Sociedad Científica Argentina», para ser otorgado entre quienes dentro de los cinco años anteriores al de la entrega del mismo se hayan distinguido en la República Argentina por su labor científica original en algunas de las siguientes ramas del saber: *a*) Matemática-Astronomía; *b*) Biología-Medicina; *c*) Física-Química; *d*) Ciencias Naturales-Geología-Arqueología; *e*) Ciencias Aplicadas-Tecnología.

Por sugestión del donante, se dispuso que el Premio se adjudicara este año en las ramas Biología y Medicina. La Sociedad designó un jurado constituído por Bernardo A. Houssay, Mariano R. Castex, Gregorio Aráoz Alfaro y el que habla, presidido por el Ing. Eduardo M. Huergo. Después de un amplio estudio, el jurado resolvió acordar dos Premios, uno para Biología y el otro para Medicina.

La elección del Dr. Luis Federico Leloir para el Premio de Biología se imponía con toda evidencia. Según reza en el acta, se le acuerda el Premio por el conjunto de sus investigaciones y en especial por los trabajos originales realizados en el Instituto de Investigaciones Bioquímicas, Fundación Campomar, con sus colaboradores doctores Ranwel Caputto, Carlos Cardini, Alejandro Paladini y Raúl Trucco sobre «Mecanismos enzimáticos de transformación de los glúcidos». La labor importante del doctor Leloir en el campo de la enzimología es conocida y apreciada en el mundo entero. En mi reciente viaje por Europa y los Estados Unidos de Norteamérica he podido comprobar el prestigio de que gozan su nombre y su obra. Un eminente bioquímico de Chicago me declaró que los descubrimientos hechos por Leloir y sus colaboradores eran

de los más importantes aparecidos en la literatura bioquímica en estos últimos años y colocaban a la Argentina y por ende a Sud América, en el mapa de la bioquímica mundial.

Sus estudios sobre el metabolismo intermedio de los glúcidos no son sino la más reciente etapa de un camino ascendente ya largo y que promete alcanzar mayores alturas. De 1933 a 1935 el doctor Leloir se ocupó del papel de la suprarrenal en el metabolismo de los hidratos de carbono siendo éste el tema de su tesis que mereció el «Premio Facultad de Ciencias Médicas». Desde 1936 sus trabajos se orientaron hacia la enzimología, la bioquímica celular y y el metabolismo intermedio; de 1939 a 1944 estudió con Muñoz los sistemas enzimáticos que intervienen en la oxidación de los ácidos grasos, logrando por primera vez la oxidación de estos ácidos en un sistema libre de células. Todos los estudios modernos sobre este tema arrancan de esas investigaciones fundamentales.

De 1939 a 1943 formó parte de un equipo constituído por Juan Carlos Fasciolo, Juan M. Muñoz y el que habla, al que se agregó luego Alberto C. Taquini, y dedicado al estudio del mecanismo de la hipertensión experimental de origen renal. A Leloir se debe principalmente la demostración de que la renina produce hipertensión porque al actuar sobre el hipertensinógeno de la sangre provoca la formación de hipertensina, y es él el principal responsable del descubrimiento y caracterización de la hipertensina, del hipertensinógeno y de la hipertensinasa.

De sus estudios y descubrimientos sobre el mecanismo del metabolismo intermedio de los hidratos de carbono les hablará él mismo.

Como puede verse, en cada uno de los temas que ha sido objeto de su interés y estudio, el doctor Leloir ha realizado algún descubrimiento importante. Pero hay más que la trascendencia de sus descubrimientos; el doctor Leloir es un ejemplo de contracción al trabajo y al estudio. Desde que se inició en la investigación científica —y ya hace varios años de eso— se ha consagrado a su vocación en forma total y absoluta, defendiéndose tenazmente contra todo cuanto pudiera perturbar o interrumpir su trabajo. Todos los días (sábados y fiestas inclusive) y todo el día, sin interrupción, está en el laboratorio investigando. Plinio dice que Apeles se dedicaba con tanto celo a su arte que no pasaba un día sin tocar sus pinceles; de allí el proverbio *Nulla dies sine linea*. De Leloir podría decirse *Nulla dies sine experimento*. Su dedicación al trabajo

y al estudio, su profundo conocimiento de las materias que investiga, su vasta ilustración científica, todo ello unido a excepcionales condiciones de carácter, inteligencia e imaginación, permiten calificar a este joven hombre de ciencia como un sabio, uno de los pocos sabios legítimos de que disponemos.

La Sociedad Científica Argentina tiene por objeto fomentar el desarrollo de las ciencias y de sus aplicaciones. Como para ilustrar su doble objeto, de los dos premios que hoy otorga, uno favorece al autor de un trabajo científico fundamental, de los que el vulgo llama de ciencia pura y cuyo alcance práctico es difícil de predecir. Bueno es recordar aquí la frase de Faraday dirigida a una elegante señora que después de asistir a una demostración de sus experimentos sobre electromagnetismo le preguntara: ¿Y eso para qué sirve? «Señora, contestó el sabio inglés, ¿y para qué sirve un niño recién nacido?». Razón tenía Faraday, pues ese niño recién nacido fué, al desarrollarse, nuestra electricidad moderna.

El otro premio, el de Medicina, en cambio, recae en el autor de un trabajo de ciencia aplicada. El Dr. Eduardo L. Capdehourat ha realizado en el último decenio una obra original importante en materia terapéutica de las enfermedades broncopulmonares no tuberculosas,habiendo desarrollado en el Instituto de Investigaciones Físicas aplicadas a la Medicina de la Academia Nacional de Medicina, métodos nuevos para la introducción de medicamentos por nebulización. Su técnica de inyecciones tras-torácicas, estudiadas y aplicadas con éxito notable en diversas afecciones del aparato respiratorio, ha permitido la curación médica de enfermos con quistes hidatídicos y abscesos de pulmón que sólo hubieran podido ser salvados gracias a métodos quirúrgicos riesgosos.

El Dr. Capdehourat es actualmente subdirector del Instituto de Investigaciones anexo a la Academia Nacional de Medicina. Graduado en 1927 con diploma de honor, su primer interés fué el estudio de la fisiopatología respiratoria, tema de su tesis «La cianosis de los cardíacos negros de Ayerza», que obtuvo en 1934, el premio Facultad de Ciencias Médicas que se otorgaba anualmente a las tres mejores tesis. Es curiosa la coincidencia de que de las otras dos tesis premiadas una era la de Leloir. En 1937 organizó y dirigió una expedición de estudio al altiplano de Bolivia. A partir de 1939 se interesó en los dispositivos mecánicos para la respiración, los llamados pulmones de acero, habiendo introducido en ellos diversos

perfeccionamientos y luego se dedicó intensamente a idear métodos nuevos de tratamiento para ciertas afecciones respiratorias. Sus aportes originales a la terapéutica local mediante nebulizaciones le llevaron a intentar la inyección de medicamentos por punción pulmonar. Para llevar a cabo dicho tratamiento, nunca antes intentado, ha debido superar una serie de dificultades de todo orden, arremetiendo contra opiniones contrarias de tratadistas y médicos que proscribían formalmente las punciones de quistes y abscesos y desdeñando los riesgos de las complicaciones mortales, hasta llegar a establecer principios y técnicas bien regladas. A Capdehourat pueden aplicársele las palabras del Dr. Osvaldo Loudet, pronunciadas en el homenaje tributado hace poco al Prof Gregorio Araoz Alfaro, con motivo de cumplir sus 80 años: « En Terapéutica, decía el eminente clínico Trousseau, el arte depende en gran parte de la ciencia, pero ella permanece y permanecerá siempre insuficiente para responder a todas las sorpresas de la clínica y el más grande número de indicaciones terapéuticas conservarán siempre ese carácter de « contingencia artística » que contrasta con el carácter absoluto, matemático hasta cierto punto, de muchos hechos cieníficos. Esa contingencia artística, ¿qué otra cosa significa que el don de la oportunidad, de la dosis, de la elección del medicamento, según el caso y su evolución? En esa contingencia está presente el arte, guiado por la experiencia, iluminado por la intuición, aguzado por la sensibilidad, encendido por la valentía, sublimado por la angustia. En el arte de curar intervienen algunas veces, ¡por qué no decirlo!, en dramáticas circunstancias, como una luz repentina, la audacia en lugar de prudencia, el azar en lugar de la experiencia, y la imaginación creadora y el amor deseperado ».

Los métodos de tratamiento de las supuraciones pulmonares crónicas y de los quistes hidatídicos pulmonares ideados, estudiados y aplicados con éxito por Capdehourat constituyen una valiosa adquisición que modifica substancialmente la cuestión de tratamiento de estas afecciones, restringiendo el campo de las indicaciones quirúrgicas con todas las consecuencias médicas, económicas y sociales que de ello derivan.

Estos premios que la Sociedad Científica Argentina ha instituído y que hoy otorga por primera vez tienen una trascendencia mayor que la que a primera vista se nos ofrece. Es noción aceptada que los premios constituyen un estímulo para aquellos que los reciben, y,

por lo general, es así. Pero en el caso de los Premios Sociedad Científica Argentina, la distinción se confiere con carácter consagratorio a personalidades destacadas y no con carácter de estímulo a principiantes.

El hombre que se dedica a las actividades científicas lo hace por diversos motivos, que sería largo analizar en detalle. En primer lugar su trabajo le proporcionará placer porque presupone progreso de su mente, actividad creadora en un universo ordenado y sensación de aventura. Progreso de su mente por el estudio y la meditación, actividad creadora porque arranca, con dolor y esfuerzo, secretos a la naturaleza, orden estable que responde a leyes rígidas; y sensación de aventura pues al hacerlo se lanza en lo desconocido. Es esta combinación de estabilidad y orden por un lado y aventura por otro lo que proporciona tantas satisfacciones. El hombre necesita tanto lo uno como ol otro para llevar una vida plena: la seguridad sin aventura es el aplastamiento del individuo y la muerte de la civilización.

Además del placer que le procura su trabajo, el hombre de ciencia tiene la seguridad de que su labor es útil para la sociedad en que vive y para la humanidad del futuro. Sus descubrimientos grandes o pequeños, simples ladrillos o piedras angulares, pasan a constituir parte del gran edificio nunca concluído de la ciencia. La solidez y permanencia de su contribución podrán llenarlo de satisfacción íntima; la pequeñez relativa de la misma lo mantendrá humilde.

Bastan quizás estas breves consideraciones para demostrar que el investigador halla el principal estímulo en su propia labor. Pero no puede desdeñarse como factor estimulante el reconocimiento público del valor de su obra. El investigador debe buscar ante todo la aprobación de su propia conciencia, pero es legítimo que desee luego la aprobación y hasta el aplauso de sus iguales o superiores. Para que un juicio tenga valor debe provenir de quienes estén capacitados para juzgar. Por eso el hombre de ciencia no busca ni desea el aplauso del público general. No busca su aplauso ni pretende que el público comprenda a fondo lo que está haciendo. Pero para poder subsistir y progresar es indispensable lograr su aprobación y respeto para conseguir su ayuda.

La ciencia es el producto de cerebros individuales, pero también es parte de la civilización, es empresa colectiva, producto de colaboración y utilizada por la comunidad. Sin la colaboración del Esta-

do, de las fuerzas vivas del país, de las asociaciones científicas, de las fundaciones privadas y del público en general, la ciencia no puede florecer.

Los premios que hoy otorgamos y que consagran la obra de dos investigadores, deben servir de estímulo para los que, comprendiendo el valor de la ciencia —por sus aplicaciones útiles para la salud y el confort de la humanidad y por su valor como técnica de pensamiento claro— la apoyan con sus organizaciones y su dinero.

Para promover la investigación lo esencial es descubrir investigadores y formarlos en las disciplinas científicas. Pero para su desarrollo completo y para que den buenos frutos es indispensable la creación y sostenimiento de centros científicos activos y serios. Todo ello necesita organización y dinero.

Hoy premiamos a dos hombres pero también a dos organizaciones El Dr. Eduardo L. Capdehourat ha realizado sus estudios en el Instituto de Investigaciones Físicas aplicadas a la Medicina, organización creada y dirigida por el Profesor Mariano R. Castex, dependiente de la Academia Nacional de Medicina, sostenida con fondos del Estado y apoyada por diversas casas industriales mediante becas y subsidios. El Dr. Luis F. Leloir ha realizado sus investigaciones en el Instituto de Investigaciones Bioquímicas creado y mantenido por la Fundación Campomar, entidad fundada en 1947 por Don Jaime Campomar y su esposa, en memoria de Don Juan Campomar y Doña María Scasso de Campomar.

En el pórtico de una de las Universidades de Chicago aparece estampada la siguiente frase de Benjamín Franklin: « An investment in knowledge always pays best interests » (el dinero invertido en saber siempre da un interés elevado). En efecto, el capital que se invierte en investigaciones científicas da dividendos muy suculentos; si puede parecer mala inversión es porque dichos dividendos se distribuyen tan profusamente que se hacen casi invisibles. Son muchos ya los que en nuestro país han comprendido la necesidad de crear y sostener centros donde se investiga seriamente y es ello un índice muy halagüeño del adelanto cultural de nuestra nación, pues solamente hombres cultos pueden comprender y hacer suya la frase antes citada de Benjamín Franklin.

Para que prospere la investigación no bastan sin embargo cerebros, organización y dinero. Es preciso crear el clima favorable que favorezca su desenvolvimiento. Joaquín V. González en un discurso

pronunciado en 1912 dijo: « la extensión de las tierras ha sido dominada por el riel y la de los ríos y los mares por la nave, pero la inteligencia nacional no ha sido aún dominada por el libro ni su corazón poseído por el amor de la ciencia y de la verdad ».

El pueblo debe saber que existen hombres cuya vida está dedicada a la investigación científica y cuyos esfuerzos logran resultados que son patrimonio de todos y tarde o temprano podrán ser utilizados en beneficio del país y de la humanidad. Para ello es necesario llegar al pueblo e informarlo, mostrándole lo que la ciencia realiza y señalándole sus mejores cultores. Es mucho lo que ha hecho la Sociedad Científica en su larga vida en este sentido y tal ha sido el objeto de las Sesiones Científicas a que me he referido anteriormente y de este acto público.

Dentro de algunos instantes los dos premiados expondrán ante nosotros brevemente el resultado de sus trabajos. Es posible que algunos de los presentes no puedan seguir en detalle las exposiciones que serán necesariamente algo técnicas. Ello no aminora, sino al contrario acrecienta, el homenaje que les tributáis al haber venido a escucharles.

A propósito refiérese una anécdota que es ilustrativa del respeto que merece el sabio aunque no se conozca a fondo el valor y significado de su obra. En 1906 don Santiago Ramón y Cajal obtuvo el Premio Nobel por su importante contribución al conocimiento de la neurona, la célula que es unidad anatómica y funcional del sistema nervioso. Pocos días después de haberse anunciado dicho Premio, Alfonso XIII invitó a Ramón y Cajal a Palacio. Antes de recibirlo el gentilhombre de turno le entregó al Rey un papel con los datos principales del visitante. Informado ya Don Alfonso, hace pasar al sabio y siguiendo su costumbre lo tutea: « Te felicito, chico, has obtenido una gran distinción que honra a España ». Después de hablar de cosas generales y de ofrecerle su incondicional ayuda para todo cuanto tendiese a fomentar la investigación científica, al despedirse con su bonhomía habitual, lo palmea y le dice: « Y bien, adelante con lo de las neuronas, dale fuerte y acabar con ellas ».

Poco importó, sin embargo, que los conocimientos de histología del Rey fuesen deficientes. La verdad es que, a partir de entonces, se prestó más atención a la investigación científica y los años que siguieron a esta entrevista vieron un significativo desarrollo de la ciencia en España.

Ojalá que la adjudicación de los Premios « Sociedad Científica Argentina » obtenga el mismo resultado en nuestro país.

Los aplausos con que el público subrayó diversos pasajes de la pieza oratoria del doctor Braun Menéndez fueron aun más insistentes al final; acallados los mismos hizo uso de la palabra el doctor Capdehourat.

Durante el discurso del doctor Braun Menéndez. En el estrado, de izquierda a derecha: doctor Casacuberta, ingeniero Parodi, doctor Sánchez Díaz, señor Campomar, doctor Aráoz Alfaro; de pie, el orador, y oculto por él el doctor Leloir, ingeniero Huergo, doctor Capdehourat, doctor Castex, doctor Eyherabide, ingeniero Ygartúa.

Agradeció este orador —que lo mismo que el doctor Leloir, que habló después, fué motivo de vivas manifestaciones de simpatía de parte del público— la distinción de que era objeto; hizo algunas consideraciones sobre la meritoria obra realizada por la Sociedad Científica Argentina; se refirió elogiosamente al Instituto de la Academia Nacional de Medicina donde efectúa sus investigaciones, y mencionó al doctor Mariano Castex para quien expresó su gratitud por sus enseñanzas y valiosísimo apoyo. Se extendió después en una

interesante exposición acerca de « Aspectos terapéuticos cumplidos en el campo de las afecciones respiratorias no tuberculosas ».

El doctor Leloir agradeció, a su turno, el premio que se le había otorgado. Recordó cariñosamente al doctor Houssay y manifestó su reconocimiento a este eminente maestro por la forma certera con que lo guió en la iniciación de sus investigaciones. Agradeció también a sus compañeros de equipo de investigación, doctores Caputto, Cardini, Paladini y Trucco, la valiosa colaboración que siempre le prestaron. Hizo notar que ha sido de fundamental importancia para la marcha normal de sus trabajos la creación de la Fundación Campomar y opinó que sin ella no se habrían logrado los resultados alcanzados. Trató además en su disertación el tema « Estudios sobre el metabolismo intermedio de los hidratos de carbono ».

Habló, finalmente, el Presidente de la S. C. A., ingeniero Eduardo M. Huergo. Hizo presente el alto valor de los trabajos cuyos autores habían sido premiados y encomió la autoridad científica y la empeñosa labor de los miembros del Jurado, doctores Aráoz Alfaro, Braun-Menéndez, Castex y Houssay, para quienes pidió un aplauso que la concurrencia tributó entusiastamente. Solicitó que los integrantes del equipo de investigación que colaboró con el doctor Leloir —con quienes el último resolvió compartir el premio por partes iguales— se pusieran de pie para recibir el saludo de la concurrencia.

En medio de expresivas manifestaciones de la sala entregó después el Premio —diploma, medalla y $ 15.000 a cada uno de los premiados— y finalmente saludó al señor Jaime Campomar y le hizo entrega de un pergamino recordatorio, como testimonio de agradecimiento por el servicio que la Fundación que sostienen el señor Campomar y su señora esposa presta al progreso científico.

Con esto se dió por terminada esta reunión, grata por todo concepto. Ella completó un paso más en la buena senda que la Sociedad Científica Argentina sigue sin desfallecimientos desde su fundación.

BIBLIOGRAFÍA

Revista de Plásticos. Publicación bimestral Editada por la sección de plásticos del Patronato « Juan de la Cierva » de Investigación Técnica. Año I, Nº 1, enero - febrero, 1950. Redacción y administración, Instituto « Alonso Barba », Serrano 119, Madrid.

Esta revista española, lo dice el editorial con que comienza su Nº 1, « será desde su aparición la Revista Técnica de Plásticos de todos y para todos aquellos que sientan un interés progresivo por el desarrollo de la reciente industria de los plásticos en nuestra patria ».

En este primer número, en dieciocho páginas de texto se desarrollan los siguientes temas: Editorial, El moldeo por transferencia, Procedimiento esquemático para la identificación de los plásticos, Materias plásticas en cirugía, El Alkathene, Industria Británica de plásticos, Novedades en plásticos, Algunos factores que influyen en el desarrollo económico de la Industria Nacional de plásticos, Noticiario, Sección bibliográfica y Documentación técnica.

Damos la bienvenida a esta promisoria publicación periódica que viene a sumarse a la escasa literatura técnica que en lengua castellana trata de los materiales plásticos, fecundo renglón de la moderna producción industrial.

A. U.

NOTICIARIO

NECROLOGIA

El 21-11-50 falleció en Buenos Aires el ingeniero Agustín Mercau, socio durante cincuenta años de la Sociedad Científica Argentina y destacada personalidad en el campo profesional y docente.

Se inicio en la enseñanza en el Colegio Nacional de su provincia natal, San Luis —donde había nacido en 1874—, y fué después, durante muchos años, profesor de varias materias, principalmente de hidráulica agrícola, en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Buenos Aires y en la de Ciencias Físicas y Matemáticas de La Plata. Fué decano de aquella Facultad en dos períodos, miembro del consejo directivo de la segunda, delegado en el consejo superior de la Universidad de Buenos Aires y vicerrector de la misma.

Formó parte de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, que presidió varias veces, y actuó también en la Academia de Ciencias Políticas y Sociales. Fué miembro de la convención reformadora de la Constitución de San Luis. Ocupó cargos directivos de elevada jerarquía en la Dirección Nacional de Irrigación y en la Dirección de Desagües de la provincia de Buenos Aires, y realizó importantes estudios relacionados con la navegación del Río de la Plata, las inundaciones de la provincia de Buenos Aires y otros temas de su especialidad, hidráulica aplicada.

Hombre de estudio, bondadoso, de suaves modales y sereno criterio, de singular ingenio, fué un consejero eficaz a quien recurrieron a menudo, y no en vano, funcionarios, profesionales y personas calificadas, para recabar sus luces en intrincados problemas.

En su reunión del 22-11-50, la Junta Directiva de la Sociedad Científica Argentina, a propuesta de su presidente, ingeniero Eduardo M. Huergo, rindió homenaje a la memoria de este distinguido consocio.

BECA « INGENIERO TORCUATO DI TELLA » CONCURSO AÑO 1951

La Sociedad Científica Argentina ha llamado a concurso para adjudicar esta beca destinada al fomento de la investigación técnico-científica vin-

culada a la ingeniería, especialmente en temas relacionados con electromecánica y metalurgia.

La beca consiste en un estipendio de 1500 $ m|n mensuales durante diez meses, contados a partir del 1° de marzo de 1951. Las personas que intervengan en el concurso deberán presentar la documentación que las bases exigen antes de las 18 horas del 15 de enero de 1951.

●

EL PANTEON DE LA SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA GUARDARA PERMANENTEMENTE LOS RESTOS DEL INGENIERO EMILIO REBUELTO, FALLECIDO EL 26-9-50

De acuerdo con lo que la reglamentación prescribe, la Junta Directiva de la Sociedad Científica Argentina recabó del Consejo Científico su informe acerca de si era procedente que los restos del ingeniero Emilio Rebuelto quedaran permanentemente depositados en el Panteón de la Sociedad.

He aquí el texto del informe producido por el Consejo Científico:

« Este Consejo Científico ha considerado el asunto que el señor Presidente le ha sometido mediante su nota del 20 del corriente y emite el siguiente informe:

El ingeniero Emilio Rebuelto, el muy distinguido consocio fallecido el 26-9-50, desarrolló durante su vida una intensa actividad científica y docente.

En el campo de las ciencias, como consecuencia de sus permanentes inquietudes espirituales, de su inteligencia y de su laboriosidad, realizó serios estudios en muchas ramas, con preponderancia, sin embargo, de las matemáticas, la geografía económica y la estadística. Dentro de esta última disciplina ha llevado a cabo muy meritorios trabajos de investigación, relacionados especialmente con diversos aspectos de la técnica ferroviaria.

Pero con ser muy importante el aporte que Emilio Rebuelto hizo al acervo científico de nuestro país, su actuación más sobresaliente la ejerció en la enseñanza. Ella fué prominente y por sí sola llena con amplitud los requisitos exigidos por la reglamentación para que sus restos mortales reposen a justo título en el panteón de la Sociedad Científica Argentina. Fué, en efecto, profesor ejemplar y maestro que enseñaba deleitando desde 1906 hasta el día anterior a su deceso, vale decir durante más de cuarenta años.

En la Facultad de Ciencias Físicomatemáticas de La Plata, en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Buenos Aires, en la Facultad de Medicina de Buenos Aires, en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de Buenos Aires, en la Academia Nacional de Bellas Artes y en numerosos establecimientos de enseñanza secundaria, dictó cursos de

matemáticas, geografía económica, geografía humana y social, historia del arte, estadística, etc. Supo siempre, a través de tan larga y variada tarea docente, imprimir a sus clases junto a los más modernos cánones científicos un matiz singularmente atractivo para los alumnos, logrando todo ello merced a un amplio dominio de los temas y una erudición exenta de toda jactancia. Y es así que millares de exalumnos —entre los cuales se cuentan algunos de los miembros de este Consejo Científico— que forman parte de dos generaciones, mantienen grabada en su memoria una síntesis de las sabias y amenas lecciones de este maestro.

Se agrega una lista de parte de las publicaciones del ingeniero Emilio Rebuelto. La nómina completa sería mucho más amplia, pero ha faltado tiempo para integrarla.

Saludan al señor Presidente de la Sociedad Científica Argentina, con su más distinguida consideración. — Firmados: Reinaldo Vanossi, Josué Gollán (h), Lorenzo R. Parodi, Alfredo Sordelli, R. Armando Marotta, Horacio Damianovich, Christofredo Jacob, Bernardo A. Houssay, Gustavo A. Fester, Carlos E. Dieulefait ».

En sesión especial celebrada expresamente el 22-11-50, la Junta Directiva consideró este informe y lo aprobó por unanimidad, quedando en consecuencia definitivamente sancionada la disposición en virtud de la cual los despojos del ingeniero Emilio Rebuelto fueron inhumados en el Panteón de la Sociedad.

●

TERCER CONGRESO MUNDIAL DEL PETROLEO

Para este congreso que se realizará en La Haya (Holanda) entre el 28 de mayo y el 6 de junio de 1951, prosiguen activamente los preparativos. Se cuenta ya con más de 300 contribuciones de trabajos técnicos y científicos preparados en Estados Unidos, Gran Bretaña, Holanda, Francia, Alemania, Italia, etc.

El Comité Argentino del mencionado congreso, con sede en Avenida Libertador General San Martín 1850, está tratando con una importante agencia de turismo internacional para organizar el viaje de los concurrentes argentinos.

en toda

CONSTRUCCION

CEMENTOS PORTLAND

SAN MARTIN e INCOR

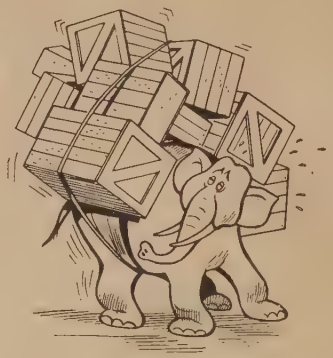
Empleados en toda clase de construcciones, tanto el cemento portland SAN MARTIN como el cemento portland INCOR, de endurecimiento rápido, representan la más firme garantía para realizar obras sólidas, seguras y permanentes.

CALIDAD - SERVICIO - COOPERACION

COMPAÑIA ARGENTINA DE CEMENTO PORTLAND

RECONQUISTA 46 (P. 3) - BUENOS AIRES • SARMIENTO 991 ROSARIO

Alivie la carga!



Es grande la capacidad de producción de las usinas eléctricas! Pero las industrias, el comercio y la población del Gran Buenos Aires crecen rápidamente y necesitan cada vez más electricidad. Sus requerimientos han aumentado en forma extraordinaria la "carga" sobre nuestras redes.

Hacemos lo posible por ampliar la maquinaria en nuestras usinas. Mientras tanto, urge aliviar la "carga", a fin de que cada consumidor encuentre a su disposición la corriente eléctrica cuando le sea indispensable.

Ayude usted también a aliviar la "carga"! Reduzca su consumo de electricidad, sobre todo de 8 a 11,30 y durante las últimas horas de la tarde.

CADE

COMPAÑIA ARGENTINA DE ELECTRICIDAD S. A.

1950 - AÑO DEL LIBERTADOR GENERAL SAN MARTIN

COMPAÑIA DE SEGUROS DE VIDA
SUD AMERICA
Av. R. SAENZ PENA 530 - BUENOS AIRES

Seguros de vida en vigor.

$ 995.831.148 m/l.

Reservas Técnicas.

$ 129.517.282 m/l.

Pagados a Asegurados y Beneficiarios desde 1923.

$ 190.948.235 m/l.

C R I S T A L E R I A S

M A Y B O G L A S

MyB
M. R.

Socio de la Unión Industrial Argentina

Sociedad de Responsabilidad Limitada

CAPITAL $ 1.000.000 m/n

ENVASES DE VIDRIO - TUBOS DE VIDRIO

Escritorio:
Cóndor 1625
T. E. 61-0212

Fábrica:
Tabaré 1630
T. E. 61-1480

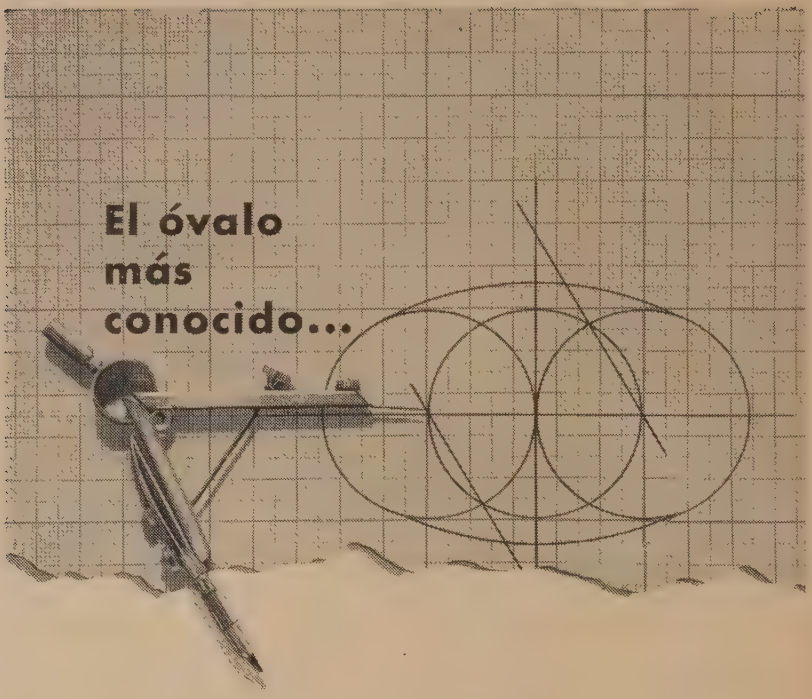
ARIENTI y MAISTERRA

Soc. de Resp. Ltda. - Capital m$n 1.600.000

EMPRESA CONSTRUCTORA

CAÑOS DE HORMIGON

Av. VELEZ SARSFIELD 1851 - T. A. (21) 0075 - BUENOS AIRES



ESSO

El óvalo que nos enseñan a trazar en la escuela es una de las figuras geométricas más conocidas. Pero hay otro: el óvalo que lleva en su interior la palabra ESSO y que, dondequiera se consuman derivados de petróleo, ya sea en la industria, en el comercio, en los transportes, en la agricultura y en el hogar, identifica una extensa lista de productos de la más alta calidad.

PRODUCTORES, FABRICANTES Y DISTRIBUIDORES DE PRODUCTOS DE PETROLEO

COPIAS DE PLANOS

PAPELES y TELAS
TRANSPARENTES
Material para dibujo

A.& M. CASASCO y CIA

Central: CORDOBA 1836 - Suc. RIVADAVIA 589 Bs. As. Rosario RIOJA 867

LIMA 461 — ALSINA 434

TALLERES
GRAFICOS

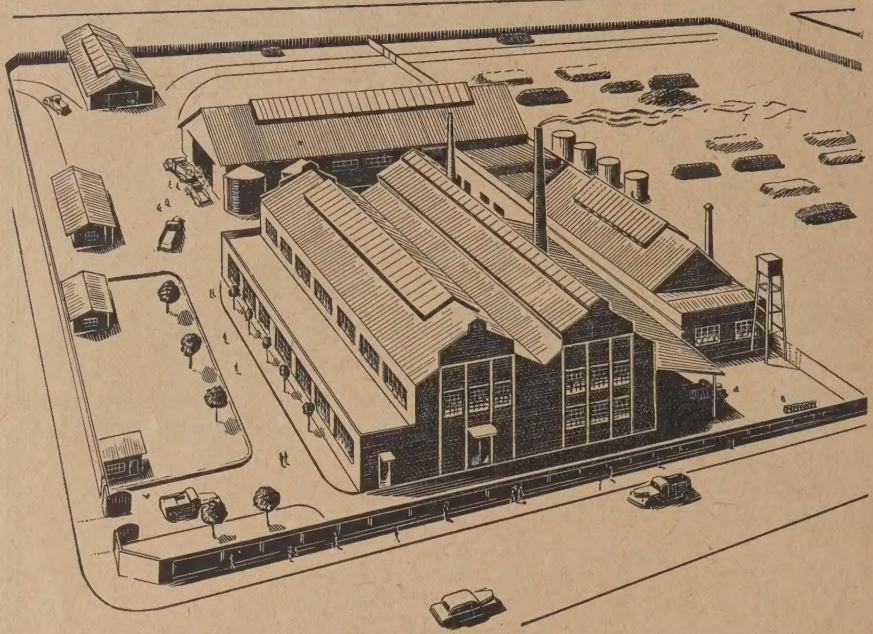
"TOMAS PALUMBO"

VIUDA DE PALUMBO E HIJOS

LA MADRID 311-325
21 - 1733 - Bs. AIRES

DISPONIBLE

DESDE 1931 CALIDADES Y EXISTENCIAS TRADICIONALMENTE SEGURAS



GRANDES FABRICAS DE:

DETERGENTES

EMULSIONANTES, HUMECTANTES Y AFINES PARA LAS INDUSTRIAS QUÍMICAS, TEXTILES, DEL CURTIDO, DE PINTURAS, COSMÉTICAS, FARMACÉUTICAS, ETC. ALCOHOLES GRASOS, ALCOHOL CETÍLICO, ALCOHOL OLEICO, ALCOHOLES GRASOS SULFONADOS (« ANDINIX »). ALQUIL - ARIL - SULFONATOS (« ALCOIL »). ACEITES EMULSIONABLES (« OLEAL »). JABÓN PURO ANHIDRO (« FRANCVAL »). EMULSIONANTES (« LANIX » Y « FRANQUINOL »). SUAVIZANTES (« SUVASIL »), ETC.

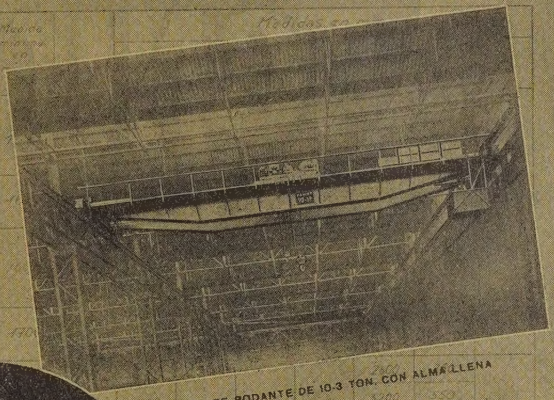
FrancVal **José Franchini Ltda.**

CAPITAL $ 450.000

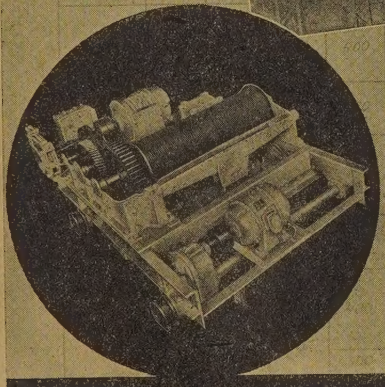
CARABELAS 2398 - AVELLANEDA - T. E. 22 - 4015

PUENTES-RODANTES

INDUSTRIA ARGENTINA



PUENTE RODANTE DE 10-3 TON. CON ALMA LLENA



RESPALDADOS POR NUESTRO LEMA: "PRODUCTOS DE FUNDICION Y ACERO DE LA MAS ALTA CALIDAD"

CARRITO PARA PUENTE NORMAL DE 5 TONELADAS

S. A. TALLERES METALURGICOS SAN MARTIN

Chacabuco 132 **TAMET** Buenos Aires

VILLA
TONIC
DE
AGUA MINERAL
Villaviciosa